

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**“EVALUACIÓN GEOLÓGICAGEOTÉCNICA DE LA
COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA
HERMOSA, PANGO, RÍO NEGRO, Y RÍO TAMBO DE
LA PROVINCIA DE SATIPO; REGIÓN JUNÍN”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

PRESENTADO POR EL BACHILLER:

BR. LUIS MARTIN ZETA ECHE

**PIURA, PERÚ
2014**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERÍA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**“EVALUACIÓN GEOLÓGICAGEOTÉCNICA DE LA
COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA
HERMOSA, PANGOA, RÍO NEGRO, Y RÍO TAMBO DE
LA PROVINCIA DE SATIPO; REGIÓN JUNÍN”**

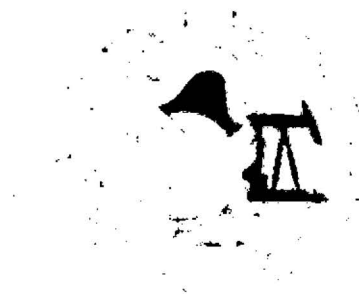
**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

BR. LUIS MARTÍN ZETA ECHE
EJECUTOR

DR. ING. JUAN FRANCISCO MOREANO SEGOVIA
ASESOR

PIURA, PERÚ
2014

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE MINAS



**“EVALUACIÓN GEOLÓGICAGEOTÉCNICA DE LA
COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA
HERMOSA, PANGOA, RÍO NEGRO, Y RÍO TAMBO DE
LA PROVINCIA DE SATIPO; REGIÓN JUNÍN”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO DE MINAS**

DR. ING. DANTE ULISES LLANOS CAYCHO

PRESIDENTE

ING. MIGUEL MENA MAZA

SECRETARIO

ING. JOSE COBENA URBINA

VOCAL

**PIURA PERÙ
2014**

INDICE

AGRADECIMIENTO	
RESUMEN	
INTRODUCCIÓN	2
OBJETIVOS	3
CAPITULO I	4
GENERALIDADES	4
1. Metodología del Trabajo	4
1.1. Etapa Preliminar	4
1.1.1. Revisión Bibliográfica	4
1.1.2. Revisión Cartográfica	4
1.1.3. Etapa de Campo	5
1.1.4. Herramientas	5
1.1.5. Instrumentos y Equipos	5
1.1.6. Etapa de Gabinete	6
CAPITULO II	7
GEOGRAFIA	7
2.1. Ubicación	7
2.2. Clima	9
2.2.1. Clima Semicalido Húmedo (CW)	9
2.2.2. Clima Cálido Húmedo (AW)	9
2.3. Vías de Comunicación	9
2.4. Hidrografia	11
2.4.1. Rio Tambo	11
2.4.2. Rio Perene	12
2.4.3. Rio Ene	12
2.4.4. Rio Mantaro	12

2.5. Fisiografía	13
2.5.1. Cordillera Andina	13
2.5.2. Cuenca de Sedimentación del Amazonas	14
2.6. Geomorfología	15
2.6.1. Unidades Geomorfológicas Regionales	16
2.6.1.1. Altiplanicie	16
2.6.1.2. Áreas Glaseadas	17
2.6.1.3. Cadena Montañosa	17
2.6.1.4. Colinas Amazónicas	17
2.6.1.5. Llanura Fluvial	17
2.6.1.6. Terrazas Amazónicas	18
2.6.1.7. Valles Estrechos	18
CAPITULO III	19
ASPECTOS GEOLÓGICOS	19
3.1. Geología Local	19
3.1.1. Bloqueo Precámbrico-Paleozoico	20
3.1.2. Bloqueo Mesozoico	21
3.1.3. Bloque Cenozoico	21
3.2. Estratigrafía	22
3.2.1. Neoproterozoico	22
3.2.1.1. Complejo Maraón	22
3.2.2. Paleozoico	23
3.2.2.1. Formación Sandía	23
3.2.2.2. Grupo Cabanillas	23
3.2.2.3. Grupo Ambo	24
3.2.2.4. Grupo Tarma	25
3.2.2.5. Grupo Copacabana	26
3.2.2.6. Formación Ene	27

3.2.3. Mesozoico	27
3.2.3.1. Triásico	27
3.2.3.1.1. Grupo Pucara	27
3.2.3.2. Jurásico Superior	28
3.2.3.2.1. Formación Sarayaquillo	28
3.2.3.3. Cretácico Inferior	29
3.2.3.3.1. Grupo Oriente	29
3.2.3.4. Cretácico medio	31
3.2.3.4.1. Formación Chonta	31
3.2.4. Cenozoico	32
3.2.4.1. Paleoceno-Eoceno Inferior	32
3.2.4.1.1. Formación Yahuarango	32
3.2.4.2. Neógeno-Oligoceno	33
3.2.4.2.1. Formación Chambira	33
3.2.4.3. Neógeno-Mioceno	35
3.2.4.3.1. Formación Ipururo	35
3.2.4.4. Mioceno-Plioceno	36
3.2.4.4.1. Formación Río Picha	36
3.2.5. Cuaternario	37
3.2.5.1. Neógeno-Cuaternario	37
3.2.5.1.1. Formación Satipo	37
3.2.5.2. Pleistoceno Superior-Holoceno	38
3.2.5.2.1. Depósito Aluviales	
Pleistocénicos	38
3.2.5.3. Holoceno	39
3.2.5.3.1. Depósito Aluviales	
Subrecientes	39
3.2.5.3.2. Depósito fluviales Recientes	39

3.2.6. Rocas Ígneas	40
3.2.6.1. Carbonífero Inferior	40
3.2.6.1.1. Plutones Graníticos y Monzograíticos	40
3.2.6.2. Carbonífero Superior	41
3.2.6.2.1. Plutones de Granodioritas y Tonalitas	41
CAPITULO IV	43
FEÓMENOS GEOLÓGICOS	43
4.1. Geodinámica	43
4.1.1. Geomorfología y Susceptibilidad	43
4.1.1.1. Susceptibilidad muy Alta	43
4.1.1.2. Susceptibilidad Alta	43
4.1.1.3. Susceptibilidad Media	44
4.1.1.4. Susceptibilidad Baja	44
4.1.1.5. Susceptibilidad muy Baja	44
4.1.2. Pendientes y Susceptibilidad	45
4.1.3. Litología y Susceptibilidad	46
4.1.4. Fenómenos de Geodinámica Interna	47
4.1.5. Fenómenos de Geodinámica Externa	49
4.1.5.1. Huaycos	49
4.1.5.2. Derrumbes	50
4.1.5.3. Deslizamientos	50
4.1.5.4. Erosión Fluvial	50
4.1.5.5. Inundación	51

CAPITULO V	52
EVALUACIÓN GEOTÉCNICA	52
5.1. Exploración Geotécnica	52
5.1.1. Trabajo de campo	52
5.2. Mecánica de Suelos	52
5.2.1. Investigación de Suelos	53
5.2.2. Técnicas de Muestreo	56
5.2.3. Ensayos de Laboratorio	56
5.3. Descripción Visual de Suelos	57
5.4. Resultados de Ensayos de Laboratorio	59
5.4.1. Análisis Granulométrico por Tamizado	59
5.4.2. Peso Específico	60
5.4.3. Contenido de Humedad Natural (w)	61
5.4.4. Límite de Consistencia	62
5.4.5. Análisis Químico de Suelos	63
5.5. Clasificación de los Suelos	64
5.5.1. Los Suelos Según su Origen	64
5.5.1.1. Suelos de origen Aluvial Reciente	64
5.5.1.2. Suelos de Origen Aluvial Antiguo	64
5.5.1.3. Suelos Residuales	64
5.5.2. Suelos Según su Textura	65
5.5.2.1. Depósitos Fluviales	65
5.5.2.2. Depósitos de derrubios	65
5.5.2.3. Degradación "in situ"	65
5.5.2.4. Depósito Coluvial	65
5.6. Mecánica de Rocas	66
5.6.1. Litología	68
5.6.1.1. Depósitos Inconsolidados	68
5.6.1.1.1. Depósitos Fluviales	68
5.6.1.1.2. Depósitos Aluviales y Proluviales	69

5.6.1.1.3. Depósitos Coluvio-deluviales	69
5.6.1.2. Unidades del Sustrato	70
5.6.1.2.1. Rocas Intrusivas	71
5.6.1.2.2. Rocas Sedimentarias	72
5.6.1.2.3. Rocas Metamórficas	73
5.6.2. Clasificación Estructural del Macizo Rcoso	74
5.6.2.1. Resistencia de Roca Intacta	75
5.6.2.2. Designación de la Calidad de Roca	75
5.6.2.3. Espaciamiento de Discontinuidades	76
5.6.2.4. Estado de las Discontinuidades	76
5.6.2.5. Condiciones de Aguas Subterrneas	76
5.6.3. Determinación de RMR y Parámetros de Resistencia	76
5.7. Análisis de la Cimentación	78
5.7.1. Tipo de Cimentación	78
5.7.2. Profundidad de Cimentación	78
5.7.3. Cálculo de la Capacidad Portante en Suelos	79
5.7.3.1. Teoría de Terzaghi	79
5.7.3.2. Capacidad Portante (Q_d) Suelos	82
5.7.3.3. Capacidad admisible (Q_{adm})	82
5.8. Cálculo de Asentamientos	87
5.9. Capacidad Portante en Rocas	89
5.9.1. Cimentación Circular	90
CONCLUSIONES	95
RECOMENDACIONES	102
BIBLIOGRAFIA	106
ANEXOS	

ÍNDICE DE GRAFICOS Y TABLAS

Grafico 01.	Ubicación de Área de Estudio	7
Cuadro 01.	Ubicación del Área de Estudio	8
Grafico 02.	Vías de Comunicación a la Prov. de Satipo	10
Cuadro 02.	Registro de Sismos	48
Cuadro 03.	Fenómenos de Geodinámica Externa	51
Cuadro 04.	(A) – Ubicación de Calicatas	54
Cuadro 05.	(B)– Ubicación de Afloramientos	55
Cuadro 06.	Ensayos Realizados	56
Cuadro 07.	Descripción Visual de Suelos	57
Cuadro 08.	Análisis Granulométrico	59
Cuadro 09.	Peso Específico de suelos	60
Cuadro 10.	Contenido de Humedad Natural de Suelos	61
Cuadro 11.	Límite de Consistencia de Suelos	62
Cuadro 12.	Análisis químico de Suelos	63

Cuadro 13.	Clasificación SUCS	66
Cuadro 14.	Ubicación de muestras de roca	67
Cuadro 15.	Características Geomecánica de Rocas Muestreadas	77
Cuadro 16.	Parámetros de capacidad de carga en suelos	81
Cuadro 17.	Capacidad admisible, postes de h=8m	84
Cuadro 18.	Capacidad admisible, postes de h=11m	85
Cuadro 19.	Capacidad admisible, postes de h=12m	86
Cuadro 20.	Valores de asentamiento admisible	88
Cuadro 21.	Parámetros de capacidad de carga (RMR)	91
Cuadro 22.	Capacidad de carga Postes L=8.0m	92
Cuadro 23.	Capacidad de carga Postes L=11.0m	93
Cuadro 24.	Capacidad de carga Postes L=11.0m	94

AGRADECIMIENTO

A mi Madre, mi Padre y a mis hermanos por su paciencia, apoyo y entrega durante todos estos años, ya que muchas veces encontré en ellos las fuerzas necesarias para seguir adelante.

A los profesores del Universidad Nacional de Piura por el apoyo, confianza y disponibilidad brindada en el desarrollo de este trabajo.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es mostrar brevemente las características físico químicas de los suelos y rocas existentes en la provincia de Satipo; asimismo, identificar los peligros y riesgos, y, realizar un análisis de cimentación en el área vinculada al proyecto.

Se detallan aspectos geográficos, geológicos y geotécnicos, tales como: ubicación, clima, vías de comunicación, hidrografía, fisiografía y geomorfología del área de estudio; geología local y estratigrafía; geodinámica, descripción visual de suelos, resultados de laboratorio, clasificación SUCS, mecánica de rocas, análisis de cimentación, cálculo de asentamientos y capacidad portante, respectivamente.

También se detalla información acerca de la identificación de peligros y riesgos a lo largo del recorrido, lo cual ayudará a ubicar adecuadamente cada estructura en las comunidades de la provincia de Satipo y considerar algunas recomendaciones que ayuden a eliminar o reducir los riesgos; la relevancia de realizar un trabajo en las comunidades es que éstas serán los beneficiarios directos y tendrán información para trabajos o proyectos futuros.

La referencia para el presente trabajo es basado en experiencia de profesionales vinculados al desarrollo de las actividades de geotecnia.

INTRODUCCION

El presente estudio propone una metodología para evaluar las características físicas mecánicas del subsuelo en los distritos de la provincia de Satipo.

La metodología consiste en realizar una descripción visual de suelos y rocas, excavaciones de 1m*1m*2m de profundidad en las zonas a estudiar con el objetivo de obtener muestras de suelo, las cuales serán debidamente depositadas en bolsas de polietileno, embaladas, rotuladas y enviadas al laboratorio para ser posteriormente analizados.

A partir de la información proporcionada de laboratorio, se hará una clasificación de suelos (SUCS, ASSHTO) y rocas (RMR) en cada una de las áreas estudiadas. Luego, con la descripción visual realizada en campo, se identificarán los fenómenos geológicos existentes en la zona, finalmente con estos resultados se realizaran planos, tanto geotécnicos como de ubicación de cada uno de los fenómenos identificados, finalmente se redactará la Tesis.

La metodología se aplica en los distritos de Llayla, Mazamari, Pampa Hermosa, Pangoa, Rio Negro y Rio Tambo de la provincia de Satipo.

OBJETIVOS

Objetivo General

- Realizar un estudio geológico y geotécnico en las comunidades de los distritos de Llayla, Mazamari, Pampa Hermosa, Pangoa, Río Negro y Río Tambo de la provincia de Satipo, Región Junín.

Objetivos Específicos

- *Determinar las propiedades físicas, químicas, mecánicas de la zona de estudio donde se proyecta construir las obras de electrificación rural.*
- *Calcular la capacidad portante y admisible de los materiales que conforma el subsuelo en el área de estudio, que servirán para dimensionar y especificar las estructuras de electrificación proyectadas.*
- *Realizar una caracterización de suelos y rocas e identificar los fenómenos geológicos existentes en el área de estudio.*

CAPITULO I

GENERALIDADES

1. METODOLOGIA DEL TRABAJO

Para poder realizar el presente estudio, se han establecido las siguientes etapas:

1.1. Etapa Preliminar

1.1.1. Revisión Bibliográfica

En esta primera etapa se acopiaron trabajos, publicaciones, textos, y toda la bibliografía existente, referida a la geología de la zonas o *adyacentes a ella; básicamente se revisó las Cartas Geológicas realizados por INGEMMET, reportados en los boletines: Boletín N° 120 de los cuadrángulos de Llohegua (25-O), Río Picha (25-P) y San Francisco (26-O) efectuado el año 1998; Boletín N° 111 de Poyeni (23-O) y Cutivireni (24-O) del año 1998; Boletín N° 118 de Quiteni (24-Ñ) y Canaire (25-Ñ) efectuado el año 1998; Boletín N° 86 de Satipo (23-N) y Puerto Prado (23-Ñ) del año 1997; Boletín N° 85 de Bajo Pichanaqui (22-N) y Puerto Bermúdez (21-N) efectuado el año 1997, Boletín N° 95 de Obenteni (22-Ñ) y Atalaya (22-O) del año 1997; y Boletín N° 71 de Andamarca (24-N) efectuado el año 1997. Asimismo, se revisó el informe y mapa litoestratigráfico de la "Sinopsis Explicativa de la Geología de la Amazonía Peruana", a escala 1:1 000 000, realizado por INGEMMET, IIAP, BIODAMAZ (2007).*

1.1.2. Revisión Cartográfica

Para la revisión de las cartas nacionales se tuvo en cuenta la información elaborada por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) y por Defense Mapping Agency de USA, a escala 1: 100 000, levantados el año 1985 y actualizados recientemente. Entre las que tenemos: 22m, 22n, 22ñ, 22°, 23m, 23n, 23ñ, 23°, 23p, 24m, 24n, 24ñ, 24°, 24p, 25m, 25n, 25ñ, 25° y 25p.

1.1.3. Etapa de Campo

Durante el trabajo de campo, se realizó el cartografiado geológico mediante la identificación y descripción de las unidades sedimentarias, ígneas y metamórficas expuesto en afloramientos rocosos.

La georeferenciación de los puntos de control para la ubicación de datos geológicos fue muy importante en el análisis del muestreo de rocas, minerales y fósiles; y esta se realizó con el uso del receptor del Sistema de Posicionamiento Global (Global Positioning System – GPS), que permitió evaluar y analizar de manera confiable las unidades geológicas.

A continuación se detallan las herramientas, instrumentos y equipos que se emplearon en este estudio:

1.1.4. Herramientas

Se emplearon herramientas tales como: Palanas, barretas, martillo de geólogo, navajas, espátulas.

1.1.5. Instrumentos y Equipos

Los instrumentos y equipos empleados fueron: Brújula, eclímetro, winchas, ácido clorhídrico al 10%, tablas Munsell, GPS, cámaras fotográficas, protactor.

Se necesitaron también: Guía para la descripción de perfiles de suelo, guía para la descripción del comportamiento de macizos rocosos (RMR), bolsas de polietileno y de yute, cinta de embalaje, pizarra acrílica, tablero de madera, papel, lápices, colores, plumones indelebles y pizarra.

1.1.6. Etapa de Gabinete

Realizados los trabajos de campo, se procesa, analiza e interpreta los datos obtenidos, correlacionándolos con la información existente en trabajos o publicaciones anteriores.

Los resultados obtenidos de los análisis de las muestras y datos de campo se verán reflejados en el mapa geológico. Para la veracidad y confiabilidad de los datos se tomará como prueba entre ellas a las fotografías, que son las que muestran la ocurrencia de los procesos y de la actual configuración de los materiales.

Empleando software como el AutoCad y ArcGis 10.0 se observa de forma gráfica la información obtenida en campo, esto, superponiendo los datos a los mapas e imágenes satelitales guías.

En base a esta información, procedimos a elaborar el mapa final de geología de la zona de estudio, y posteriormente a redactar la tesis.

CAPITULO II

GEOGRAFÍA

2.1. Ubicación

El área de estudio está ubicada en la provincia de Satipo, Junín, región central de nuestro territorio peruano, siendo sus límites como a continuación se detalla:

- Por el Norte: Limita con los distritos Puerto Bermúdez (Prov. Oxapampa, Dep. Pasco) y Raymondi (Prov. Atalaya, Dep. Ucayali).
- Por el Este: Limita con los distritos Raymondi y Sepahua (Prov. Atalaya, Dep. Ucayali) y Echarate (Prov. La Convención, Dep. Cusco).
- Por el Sur: Limita con los distritos: Quimbiri y Pichari (Prov. La convención, Dep. Cusco), Sivia (Prov. Huanta, Dep. Ayacucho).
- Por el Oeste: Limita con los distritos Ayahuanco (Prov. Huanta, Dep. Ayacucho); Tintay Punco y Huachocolpa (Prov. Tayacaja, Dep. Huancavelica); Santo Domingo de Acobamba (Prov. Huancayo); Andamarca y Comas (Prov. Concepción); Monobamba (Prov. Jauja); Vítoc y Pichanaqui (Prov. Chanchamayo)

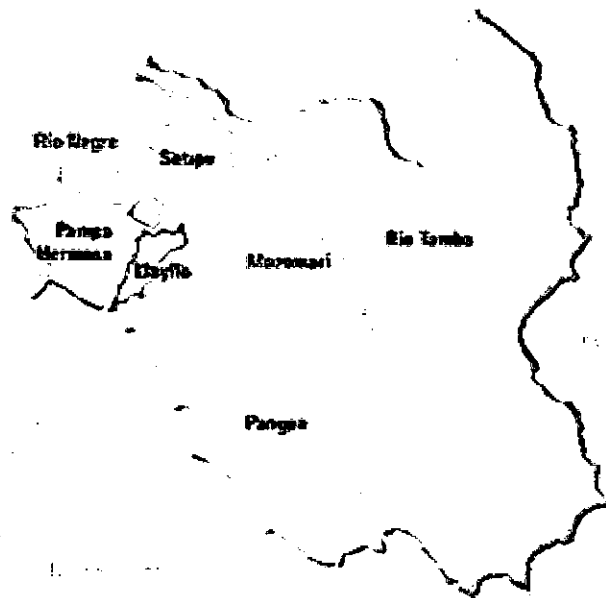


Gráfico 1: Ubicación del área de estudio

El presente estudio incluye un total de 55 localidades pertenecientes a la provincia de Satipo, región Junín.

Nº	LOCALIDAD	DISTRITO	PROVINCIA	DPTO
1	La Unión	Coviriali	Satipo	Junín
2	Palestina	Coviriali	Satipo	Junín
3	Santa María Alto	Coviriali	Satipo	Junín
4	Santa Rita	Coviriali	Satipo	Junín
5	Alto Esperanza	Llaylla	Satipo	Junín
6	Barrio Jerusalén	Llaylla	Satipo	Junín
7	Barrio Nuevo	Llaylla	Satipo	Junín
8	Barrio Paraíso	Llaylla	Satipo	Junín
9	Bello Horizonte	Llaylla	Satipo	Junín
10	Cc.Nn. Camantaro	Llaylla	Satipo	Junín
11	Cerro Inca	Llaylla	Satipo	Junín
12	Guayaquil(Carpatambo)	Llaylla	Satipo	Junín
13	La Libertad	Llaylla	Satipo	Junín
14	Santa Albina-Llaylla Bajo	Llaylla	Satipo	Junín
15	Alto Piotoa	Mazamari	Satipo	Junín
16	Bella Unión	Mazamari	Satipo	Junín
17	Boca Capirushari	Mazamari	Satipo	Junín
18	Nueva Jerusalén De Shimpirari	Mazamari	Satipo	Junín
19	Rio Santa Azope	Satipo	Satipo	Junín
19	Nuevo Amanecer	Mazamari	Satipo	Junín
20	San Cristóbal Sector Allauca	Mazamari	Satipo	Junín
21	San Vicente De Cafete	Mazamari	Satipo	Junín
22	Barrio Loropampa	Pampa Hermosa	Satipo	Junín
23	Barrio San Luis Y Santo Domingo	Pampa Hermosa	Satipo	Junín
24	Calabaza	Pampa Hermosa	Satipo	Junín
25	Candamo	Pampa Hermosa	Satipo	Junín
26	Hatun Túpac	Pampa Hermosa	Satipo	Junín
27	Monterrico	Pampa Hermosa	Satipo	Junín
28	Nueva Florida	Pampa Hermosa	Satipo	Junín
29	Nueva Jerusalén	Pampa Hermosa	Satipo	Junín
30	Nueva Victoria	Pampa Hermosa	Satipo	Junín
31	Rio Desconocido	Pampa Hermosa	Satipo	Junín
32	San Francisco De Panama	Pampa Hermosa	Satipo	Junín
33	San Juan De Pacasmayo	Pampa Hermosa	Satipo	Junín
34	San Miguel De Cuviriaki	Pampa Hermosa	Satipo	Junín
35	Santo Espíritu	Pampa Hermosa	Satipo	Junín
36	Unión Progreso De Ancayo	Pampa Hermosa	Satipo	Junín
37	Cc.Nn.Alto Saureni	Pangoa	Satipo	Junín
38	Nueva Jerusalén	Pangoa	Satipo	Junín
39	San Luis	Pangoa	Satipo	Junín
40	Cedrococha	Rio Negro	Satipo	Junín
41	Cunampiaro	Rio Negro	Satipo	Junín
42	El Paraíso	Rio Negro	Satipo	Junín
43	Miguel Grau	Rio Negro	Satipo	Junín
44	Miñaro	Rio Negro	Satipo	Junín
45	Pueblo Libre	Rio Negro	Satipo	Junín
46	San Sebastián	Rio Negro	Satipo	Junín
47	Santa Rosa De Panaquari	Rio Negro	Satipo	Junín
48	Unión Progreso	Rio Negro	Satipo	Junín
49	Villa Real Sector	Rio Negro	Satipo	Junín
50	Villa Sol De Morontaro	Rio Negro	Satipo	Junín
51	Buenos Aires	Rio Tambo	Satipo	Junín
52	Puerto Prado	Rio Tambo	Satipo	Junín
53	Huancas	Satipo	Satipo	Junín
55	Santa Guillermina	Satipo	Satipo	Junín

Cuadro N° 1 Ubicación del área de estudio.

2.2. CLIMA

El clima de la provincia Satipo es variado, según clasificación climática de Koppen W. (Atlas del IGN 1989 y Enciclopedia Geográfica de ONER 1967)¹, se identifican dos tipos de climas: Semicálido húmedo (CW) y cálido húmedo (AW), influenciados por los vientos fríos del Sur, que han dado lugar a la variación climática propia de la zona; cuya descripción es la siguiente:

2.2.1. Clima Semicálido Húmedo (CW)

Se extiende sobre toda la franja altitudinal de los valles y zonas intermedias del río Perené, involucra a los distritos de Pangoa, Llaylla, Pampa Hermosa, Satipo, Río Negro, una pequeña extensión de Coviriali y el distrito Río Tambo. La precipitación normal anual y la temperatura promedio anual total está alrededor de los 2200 mm., y 21° C respectivamente, sin evidencia de cambio térmico invernal.

2.2.2. Clima Cálido Húmedo (AW)

Se extiende a lo largo de los valles del Ene, Perené, Satipo y Tambo, involucra a los distritos de Satipo, Río Negro, Coviriali, Mazamari, Pangoa, Río Tambo y Llaylla. La precipitación pluvial total anual y la temperatura promedio anual, está entre los 2000 mm. Y entre 24° C a 25° C, con máximas de 33° C y mínimas de 16° C. Es un clima apto para el cultivo de frutales, yuca, café, etc.

2.3. VÍAS DE COMUNICACIÓN

La provincia Satipo cuenta con la principal vía denominada "Carretera Central Norte – Marginal de la Selva Sur", carretera asfaltada en el tramo La Oroya –Tarma-La Merced- Satipo y afirmada en el tramo de Satipo-Mazamari-San Martín de Pangoa, en una longitud aproximada de 36 km., otra vía afirmada es la de Mazamari a Puerto Ócopa, con 42.76 km.

Las vías de comunicación al interior de la provincia Satipo, se encuentran bien diferenciadas. Los distritos de Satipo y Río Negro se encuentra articulados por la principal vía asfaltada de la "Marginal de la Selva" y

la Vía Afirmada Nacional. En tanto, que los distritos de Pampa Hermosa, Llaylla, Coviriali y Río Tambo están débilmente articulados a través de vías afirmadas, no afirmadas y trochas carrozables; relacionándolos a todos los centros poblados, en torno a su actividad económica. Estas vías requieren un mantenimiento periódico, para una mejor integración entre centros poblados.

La vía de mayor tránsito vehicular, es la que une la provincia Satipo con la Capital de la República (Lima), denominada "Carretera Central Norte" hasta Tarma; de allí en adelante se denomina "Carretera Marginal de la Selva Sur", pasando por Tarma, La Merced, Perené, Pichanaqui, Río Negro, Satipo, Mazamari y San Martín de Pangoa.

La vía asfaltada de Huancayo – Satipo, pasando por Jauja (Lomo Largo), Tarma, Chanchamayo, Perené y Pichanaqui, constituye la principal vía de acceso a la selva central; a la que se suma la otra ruta que va de Concepción a Satipo, pasando por Comas, Runatullo, Andamarca, Toldopampa, Calabaza y Mariposa, por donde transitan vehículos provenientes de Huancayo, Ayacucho y Huancavelica

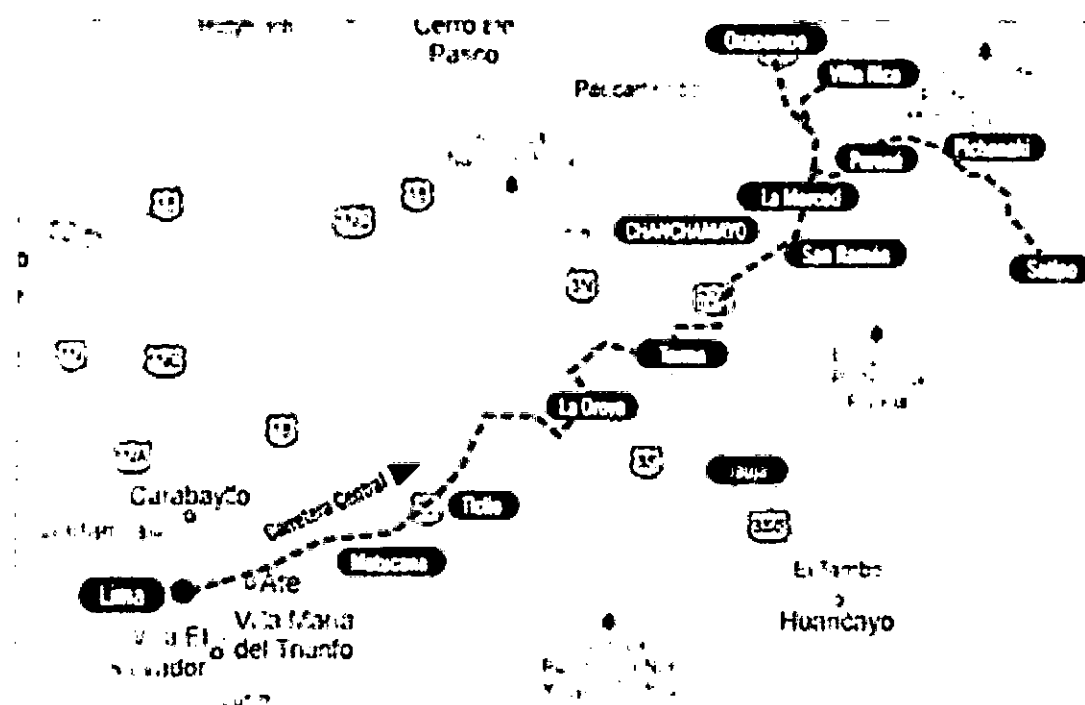


Grafico 2: Vías de comunicación a la Prov. de Satipo

2.4. HIDROGRAFÍA

La red hidrográfica de la provincia de Satipo está formada por ríos andinos y amazónicos. Los ríos que nacen en los andes son torrentosos, con abundantes rápidos y fondo rocoso-pedregoso, no navegables y, los ríos del llano amazónico, que se caracterizan por ser caudalosos, de velocidad moderada y navegables.

Esta compleja red hidrográfica es un sistema de drenaje integrado, con un gran número de tributarios por unidad de superficie, de tipo sub paralelo, a nivel de los ríos de primer orden, lo cual es indicativo de valles de relleno, de rocas sedimentarias y de una pendiente regional pronunciada (Municipalidad Provincial de Satipo, 2008). La velocidad de la corriente y los grandes volúmenes de agua que acarrearán los ríos, asociados a la intensidad de las inundaciones y al material inconsolidados de los suelos, producen procesos erosivos y de sedimentación en las riberas. Estos fenómenos de erosión y sedimentación ocasionan migraciones laterales de los cursos de los ríos que se intensifican en los sectores bajos de la cuenca, pero no son tan dinámicos como en otros ríos del Llano amazónico, como los ríos Ucayali y Marañón.

La provincia de Satipo, cuenta con 58 ríos que representan un potencial hidrográfico e industrial incomparable. Principales ríos: Río Pangoa, Río Satipo, Río Éne, Río Tambo, Río Mazamari, Río Sonomoro, Río Ipoki, Pongo Paquipachango.

2.4.1. Río Tambo

Se origina en la confluencia de los ríos Ene y Perené, a la altura de Puerto Prado. Tiene una longitud de 150 km. Desde su nacimiento su recorrido es de orientación Noreste-Oeste hasta su desembocadura en la quebrada Poyeni, al frente del poblado de Poyeni, todo este recorrido se realiza a través de fisiografía montañosa, donde el caudal es torrentoso y de escasa migración lateral, siendo su cauce sinuoso con un ancho alrededor de 100 m en la parte más estrecha y de hasta 550 m en la parte más ancha. Al entrar al paisaje de relieve plano-ondulado, el río Tambo recorre hacia el norte de la provincia, paralelo a la cordillera andina, con cauce anastomosado, presentando migración lateral a través de los valles aluviales. En este sector el río puede alcanzar los 1,000 m de ancho. El río Tambo se une al río Urubamba, para formar el río Ucayali, cerca del poblado de Atalaya.

Este río tiene una descarga en estiaje de 650 m³/s y el máximo caudal está por 11 500 m³/s (ONERN en MTC, 2006). En el presente estudio se reporta que el río Mantaro presenta una velocidad media de 1,16 m/s y velocidad máxima de 2,57 m/s.

2.4.2. Río Perené

Se origina de la unión de los ríos Paucartambo y Chanchamayo, fuera de la provincia de Satipo. Tiene una longitud de 140 km, de los cuales 76 km se encuentran en Satipo donde presenta ancho que varía de 90 a 273 m. En la provincia el río presenta un recorrido de orientación Noreste-Oeste, hasta su confluencia con el río Ene, a la altura del poblado de Puerto Prado. Este recorrido se realiza a través de relieve accidentado de montaña, siendo de caudal torrencioso, de cauce con migración lateral insignificante y relativamente sinuoso; con un ancho alrededor de 40 m en la parte más estrecha y de 325 m en la parte más ancha. En el presente estudio se reporta que el río Perené presenta una velocidad media de 1,72 m/s y velocidad máxima de 2,51 m/s.

2.4.3. Río Ene

Se origina en la confluencia de los ríos Apurímac y Mantaro, cuyo recorrido es de 171 km con ancho que varía de 59 a 121 m. Su curso presenta recorrido Sur-Norte, hasta su confluencia con el río Perené, los cuales forman el río Tambo, a la altura de Puerto Prado.

Sus principales afluentes son aquellos que provienen tanto del flanco oriental del macizo de San Ramón – ríos Yaviró, Somabeni, Tincabeni-Anapatí, Sanibeni, Pichuteni y Suareni, como del flanco occidental de la cordillera de La Sal: Quempini, Cutivireni, Mamiri, Catshingari, Quiten, Chiquireni, Pichiquía y Nenquichani. Reporta una descarga de 350 m³/s en estiaje y 7 500 m³/seg. En el presente estudio se registró que el río Ene presenta profundidad media que varía entre 0,29 m y 1,76 m con velocidad media entre 1,16 a 1,53 m/s, velocidad máxima de 2,13 a 2,57 m/s y caudal de 21,36 m³/s.

2.4.4. Río Mantaro

El río Mantaro se origina en el Lago Junín, el cual está regulado por la presa de Upamayo, el reservorio de regulación estacional más

importante del país. Su recorrido es de Noroeste a Sureste y da origen al Valle del Mantaro que es el principal valle del centro del Perú y el más ancho de todos los andes centrales. Ese valle es el principal proveedor de alimentos de la ciudad de Lima. Su tramo inferior forma parte del límite sur de la provincia.

2.5. FISIOGRAFÍA

La fisiografía en esta parte del territorio peruano es poco homogénea, esto se ve reflejado por la existencia de geoformas, definidas por las características del relieve que se observa en la zona.

La Cordillera Andina, con un relieve montañoso muy disectado y la Llanura Amazónica, con relieve plano; son las dos provincias que se pueden identificar en la región Junín.

2.5.1. Cordillera Andina

Se pueden distinguir tres unidades climáticas, tales como se detallan a continuación:

- **Tierras frías húmedas** con temperaturas de 3 a 6°, con precipitación media anual de 1 750 a 1 800 mm, ubicadas a altitudes de 2 500 a 4 500 m.s.n.m Consta de un gran paisaje de Relieve montañoso, constituido por montañas altas y dos sub paisajes definido por su pendiente.
- **Tierras cálido templado**, con temperatura que varía de 14,5° a 25°C, precipitación que varía de 500 a 4 000 mm ubicadas a altitudes de 500 a 3 500 m.s.n.m Comprende tres grandes paisajes:
 - Relieve montañoso y colinado de la Cordillera Oriental. Consta de seis paisajes que abarca desde montañas altas, hasta talud de montañas, con 16 subpaisajes definidos por la pendiente.

- Relieve montañoso y colinado de la Cordillera Subandina. Consta de seis paisajes, abarca desde Valles intramontañosos hasta montañas altas, las mismas que incluye 16 subpaisajes determinados por la pendiente y grado de disección.
- Llanura aluvial de los río Ene y Perené. Incluye tres paisajes que abarca desde islas hasta terrazas bajas, las mismas que están definidas por el patrón de drenaje.
- **Tierras cálido subhúmedas** Con temperatura media anual de 25.1°C, precipitación de 1 400 mm, ubicadas a altitudes de 350 a 1 000 m.s.n.m contiene dos grandes paisajes.
 - Relieve montañoso constituido por un paisaje de montañas bajas. Incluye tres subpaisajes definidos por su pendiente.
 - Llanura aluvial del río Ene y Perené conformado por tres paisajes que incluye desde islas a terrazas bajas.

2.5.2. Cuenca de sedimentación del Amazonas

Esta provincia fisiográfica únicamente está constituida por una unidad climática,

- **Tierras cálido húmedas** con temperatura media anual que varía de 22,5 a 24 °C y precipitación media anual de 2 300 a 2 600 mm, ubicadas a altitudes de 120 a 200 m.s.n.m. En esta unidad se identificó tres grandes paisajes:
 - Llanura aluvial del río Tambo y afluentes. Esta unidad está conformado por tres paisajes que incluyen desde islas a terrazas bajas y tres subpaisajes definidos por su patrón de drenaje.
 - Relieve plano-ondulado. Conformado por dos paisajes de terrazas medias y altas; la misma que incluye tres subpaisajes determinado por el grado de disección y el patrón de drenaje.

- **Relieve colinado.** Constituido por dos paisajes, determinado por la altitud: colinas bajas y altas. Incluye cinco subpaisajes definidos por su grado de disección.

2.6. GEOMORFOLOGÍA

Los grandes procesos formadores del relieve ocurridos en la provincia de Satipo están vinculados a los eventos tectónicos, material litológico (ambiente de sedimentación) y a las condiciones bioclimáticas. Estructuralmente la provincia de Satipo se localiza entre dos grandes bloques, la Cordillera Andina y la Cuenca Amazónica. Y en base a ello se explica los grandes procesos geodinámicos formadores del relieve.

La morfogénesis de la Cordillera Andina ha pasado por dos grandes procesos relevantes. El primero (endógeno), originado por fuerzas endógenas correspondientes a fases tectónicas de levantamiento, hundimiento, y plegamiento, las cuales dieron lugar al nacimiento a zonas de gran altitud (edificio cordillerano), y de depresiones intramontañosas. El segundo (exógeno), está relacionado a los intensos procesos denudativos, los cuales modelaban las zonas relativamente altas generando depósitos sedimentarios que eran transportados por los sistemas fluviales originados durante el levantamiento andino. Estos sedimentos se acumularon al borde de las laderas, formando relieves poco accidentados que seguían el alineamiento de los relieves andinos.

El resultado de estos procesos ha generado variadas geoformas clasificados de la siguiente manera:

- En la Cordillera Oriental, se presentan cadenas de montañas de litofacies de diferentes naturaleza: montaña granítica, montaña metamórfica, montaña calcárea Paleozoica, montaña detrítica Paleozoica, además formas menores como valles aluvial y cono diluvial.
- En la Cordillera Subandina y el Llano amazónico se localizan sistemas de colinas y montañas de litofacies, estructurales (plegadas y falladas) y erosionales.

Además, presenta relieves colinosos de naturaleza estructural (aún afectados por el levantamiento) y erosional (procesos erosivos), así como sistemas de planicies erosivas pleistocénicas y llanuras de inundación

fluvial reciente. La complejidad litológica ha conformado una gran diversidad de relieves que han sido configurados a través de diferentes periodos geológicos. Los procesos geodinámicos externos han jugado un rol muy importante en el modelado superficial del territorio; los cuales originaban y desarrollaban relieves que muchas veces se formaban bruscamente (relieves fluviales, avulsiones, etc.).

Los procesos dinámicos que tienen mayor relevancia en la provincia de Satipo son los procesos de vertiente que ocurren en las unidades de la Cordillera oriental y Faja Subandina.

En los flancos de la Cordillera Oriental y Subandina se reconocen históricamente los procesos de deslizamiento, derrumbes, desprendimiento de rocas, erosión de laderas, y en ocasiones las inundaciones en los fondos de valle. Esta última ocurre especialmente en los valles Ene y Tambo, los que han sido configurados por estructuras geológicas como fracturas o plegamientos favoreciendo así los procesos dinámicos tras las reactivaciones tectónicas.

Mientras en los relieves de planicie son recurrentes los procesos de inundaciones que en determinadas épocas son estacionales y en otras no estacionales, esporádicamente bruscas, generando procesos que contribuyen a modificar las geoformas de las zonas adyacentes a los principales ríos que drenan hacia el llano amazónico. Asimismo, también se manifiestan procesos erosivos de escorrentías, erosión lateral, solifluxión, reptación de suelos, que constituyen los principales formadores de los relieves erosionales de las planicies.

2.6.1. Unidades Geomorfológicas Regionales

En el presente estudio se identificaron diversas unidades geomorfológicas que a continuación detallamos según su ubicación geográfica entre otras características.

2.6.1.1. Altiplanicie

Se ubica al extremo Oeste de la Cordillera Oriental, que está fuertemente disectado por numerosos valles de la vertiente de la hoya amazónica, con altitudes que varían de 3000 a 4500 m.s.n.m., esta franja ocupa parte de la superficie de los distritos de Pampa Hermosa, Llaylla y Pangoa.

2.6.1.2. Áreas Glaseadas

Unidad distribuida en la zona Oeste de la Provincia, donde se presenta *eventos glaciáricos sucedidos, que se encuentran desde los 4500 a 4800 m.s.n.m., donde se ubican las lagunas: Azulcocha, Luichococha, Ranracocha, Pumacocha y Violincocha; así como los nevados de Jallachi y Bateacocha, que se encuentran en las alturas de los distritos de Pampa Hermosa, Llaylla y San Martín de Pangoa.*

2.6.1.3. Cadena Montañosa

Unidad conformada por paisajes de la sierra mesoandina, vertientes montañosas con pendientes empinadas; características de las zonas de ceja de selva, y con altitudes que van desde los 1800 a 3500 m.s.n.m, donde se ubican las localidades de: Corini, San Miguel, Manzanilla, entre otros del distrito Pampa Hermosa.

2.6.1.4. Colinas Amazónicas

Unidad que se ubica paralelamente a las zonas de ladera estructural, relieve de pendientes suaves a moderadas; generalmente conformadas por las colinas bajas, medias y lomadas, *desarrolladas sobre formaciones de rocas del terciario y cuaternario, que se extiende desde la selva alta hasta el piedemonte amazónico; que va desde los 800 a 1800 m.s.n.m, bordea los valles de Satipo, Llaylla, Pangoa y Tambo, localizándose los distritos de Covinali, Río Negro y Pampa Hermosa.*

2.6.1.5. Llanura Fluvial

Superficie que conforma un área *semitiplánica, homogénea, con perfiles ondulados. Esta unidad se desarrolla entre los 300 y 500 m.s.n.m, atravesada por quebradas de recorrido meandriforme, y sobre la conformación de rocas continentales cenozoicas, abarcando las zonas de la margen izquierda del Río Tambo (aguas abajo), donde se ubican los centros poblados de Boca Cheni, Nueva Jerusalén, Santa Rosita de Shirintiarí; así como la zona alta y media de la cuenca del río Ene, donde están asentados los poblados de Cobeja, Chiyapo, Yoyatu, Quempiri, Selva de Oro, entre otros.*

2.6.1.6. Terrazas Amazónicas

Espacio conformada por gravas, arenas y limos en antiguas llanuras o cauces de inundaciones disectadas por pequeños tributarios, de extensas planicies, que se inundan en épocas de máximas crecidas. Esta geoforma tiene altitudes que van desde los 200 a 450 m.s.n.m, bordeando los valles amazónicos de las cuencas de los ríos Tambo, Ene y parte del Perené.

2.6.1.7. Valles Estrechos

Ubicados en forma paralela a las márgenes de la red hidrográfica de las cuencas de los ríos Tambo, Ene y Perené; así como los de Anapati, Satipo y Panga, y a una altura promedio de 200 m.s.n.m.

CAPITULO III

ASPECTOS GEOLÓGICOS

3.1. GEOLOGÍA LOCAL

El análisis geológico de campo permitió conocer los diversos afloramientos litológicos entre los que se encuentran rocas metamórficas, rocas ígneas y rocas sedimentarias. Las rocas más antiguas representadas en la Cordillera Oriental, corresponden al Complejo Marañón compuestos por gneis, esquistos y cuarcitas; Grupo San José y Formación Sandia de edad Ordoviciana, representados por Grupo Cabanillas, compuestos por materiales sedimentarios ligeramente metamorfizados de conglomerados basales, esquistos arenoarcillosos, lutitas, pizarras negras y volcánicos; Plutones ígneos, compuestos por granitos, granodioritas y tonalitas producidos por un magmatismo calcoalcalino; Grupo Ambo, con rocas detríticas y volcánicas; Grupo Tarma, compuestas por rocas de naturaleza calcárea y esporádicas rocas detríticas; Grupo Copacabana, compuestos por rocas esencialmente calcáreas y Formación Ene-Río Tambo del Pérmico superior con rocas esencialmente clásticas (areniscas rojizas) de tipo continental.

Las rocas relativamente jóvenes se encuentran esencialmente en La Cordillera Subandina y en el Llano Amazónico, representados por: el Grupo Pucará con rocas esencialmente calcárea; Formación Sarayaquillo con materiales sedimentarios compuestos por areniscas rojizas, lodolitas, asociados a yacimientos salinos y niveles carbonosos; Grupo Oriente, compuestos por rocas clásticas, pelíticas y calcáreas; Formación Chonta, compuestos por rocas de naturaleza calcárea y asociaciones; las Formaciones Yahuarango del Paleoceno, Chambirá del Oligoceno e Ipururo del Mio-Plioceno con secuencias arcillosas y arenosas consolidadas y compactadas; las Formaciones Río Picha y Satipo compuestos por materiales aluviónicos y fluviales; y por último por acción de la erosión fluvial se manifiesta en forma intensa durante el Pleistoceno, depositando sedimentos antiguos, subrecientes y recientes representados por cantos rodados, gravas, arenas, limos y arcillas.

Las unidades geológicas que afloran en la provincia de Satipo, han sido originadas desde el Precámbrico (600-2 000 m.a) hasta nuestros tiempos, tal como se muestra en el mapa geológico. Debido a su complejidad, éstas han sido separadas en bloques y caracterizadas de acuerdo a su

ambiente de sedimentación, edad de formación, presencia de fósiles y estructuras tectónicas; los cuales han definido la exposición del relieve actual.

El área de estudio presenta afloramientos litológicos superficiales, que datan desde el Precámbrico hasta el Cenozoico (Cuaternario holocénico). Éstas han sido identificadas mediante el análisis de sus características litoestratigráficas, cronoestratigráficas, paleontológicas, magmáticas, metamórficas y análisis de las sedimentitas recientes y subrecientes.

Las unidades geológicas identificadas localmente, las podemos separar en tres grupos, las cuales son:

3.1.1. Bloque Precámbrico - Paleozoico

Esta unidad geológica, está localizada en los sectores central y occidental de la provincia, converge en su totalidad en la Cordillera Oriental. Constituye las rocas más antiguas del área de estudio, representados por secuencias metamórficas de gneis y esquistos de edad Precámbrico, correspondientes al Complejo Maraño.

El Paleozoico inferior también muestra una presencia considerable con secuencias pizarrosas, lutáceas de la Formación San José y Sandía, del Ordovícico inferior y superior respectivamente; mientras que el Carbonífero inferior muestra afloramientos del Grupo Ambo, representada principalmente por material samítico (arenisca).

El Siluriano está representado por una secuencia clásica correspondiente a la Formación Ananea. La presencia del Carbonífero superior se tiene presencia con las secuencias calcáreas del Grupo Tarma, de mares profundos. Luego de un ligero levantamiento de materiales de la unidad Tarma, se desarrolla una sedimentación restringida dentro de una cuenca denominada Copacabana, el cual comprende secuencias calcáreas de naturaleza calcárea, ligeramente asociada con materiales samíticos de granos finos, correspondientes al Grupo Copacabana del Pérmico inferior. Paralela al desarrollo de esta unidad, aparecen cuerpos plutónicos, compuestos por rocas granodioritas, monzogranitos, granitos y dioritas. Finalizando la depositación Paleozoica, ya, en ambientes continentales se deposita las capas rojas, correspondiente a la Formación Ene- Río Tambo.

3.1.2. Bloque Mesozoico

Se ubica principalmente en el sector central de la región, correspondiendo mayormente a la Cordillera Subandina. Se extiende de NO-SE, como una franja alargada y continua. Está conformado por secuencias litológicas, que inician su aparición en el Triásico, representado por afloramientos calcáreos del Grupo Pucará, el cual se encuentra suprayaciendo en discordancia angular al Grupo Mitu. El Jurásico aparece en forma discontinua, con secuencias continentales rojizas principalmente areniscas de la Formación Sarayaquillo. Sobreyaciendo en contacto erosional tenemos a las secuencias del Grupo Oriente del Cretáceo inferior, diferenciado en 3 formaciones litoestratigráficas importantes, así tenemos al Cushabatay, Esperanza y Agua Caliente de litología pelítica y sarfítica. Consecutivamente, en el Cretáceo medio, sobreyaciendo a la unidad anterior se presenta la Formación Chonta, con secuencias principalmente calcáreas y lutáceas. El Cretáceo superior marca el fin del bloque Mesozoico con las secuencias sedimentarias de la Formación Vivian, cuyos aspectos litológicos más saltantes son las areniscas cuarzosas.

3.1.3. Bloque Cenozoico

Se manifiesta en la Cordillera Subandina y en el Llano Amazónico, y esporádicamente en los valles interandinos. Constituyen secuencias originadas principalmente por procesos denudativos y depositados desde el Cenozoico hasta la actualidad. Este bloque comprende la sedimentación de secuencias principalmente de ambiente continental denominadas capas rojas inferiores, cuya litología está representada por sedimentos clásticos de las formaciones Yahuarango del Paleoceno (70 a 80 m.a) y Chambirá del Oligoceno (40-60 m.a). El Mioceno inferior (30-18 m.a) a Plioceno, está representado por sedimentos clásticos y pelíticos, denominados capas rojas continentales superiores correspondientes a la Formación Ipururo.

A fines del Terciario, en el Plioceno superior (8-10 m.a) se desarrollan los depósitos sedimentarios de tipo aluviónicos conglomerádicos, entre los que destacan las formaciones Río Pícha y Satipo depositadas contemporáneamente. En el Cuaternario, por efectos bioclimáticos se desarrollan los Depósitos Aluviales Pleistocénicos, Depósitos Aluviales Subrecientes a Recientes y Depósitos Fluviales

Holocénicos, compuestos por sedimentos semiconsolidados e inconsolidados de limos, arenas, arcillas, limoarcillitas y limoarenitas.

3.2. ESTRATIGRAFÍA

3.2.1. Neoproterozoico

3.2.1.1. Complejo Marañón

El complejo Marañón (Precámbrico), se encuentra distribuido en el sector suroccidental y nororiental de la provincia, en las proximidades de las localidades de Unión Mantaro y Toldopampa, y en la Reserva Nacional Otishi. Este complejo litológico fue denominado por Wilson y Reyes (1964) en la localidad de Pataz, designándola como una serie metamórfica compuesta por micaesquistos, filitas y meta-andesitas, mientras que en el Perú central Steinmann (1929) cita una secuencia formada por gneis y micaesquistos, calificándola de "arcaicas" debido a su antigüedad.

Su delimitación y descripción ha sido posible mediante la interpretación y el análisis de las imágenes de satélite, donde se resalta su forma agreste y empinada y fuertes incisiones, así como también por su reconocimiento en el área de estudio, donde se muestra una franja alargada de rumbo NO-SE. En algunos sectores próximos a la localidad de Toldopampa se encuentra cubierto por los depósitos morrenicos y en otros conforma picos elevados, donde se muestra una seudoestratificación.

El Complejo Marañón presenta secuencias litológicas compuestas por esquistos de coloración verdosa, gneis gris claro, rocas metamórficas de origen sedimentario como cuarcitas, pizarras y metavolcánicos. Reportes realizados por geólogos de INGEMMET (1995-1999) realizadas en muestras de cantos rodados, han definido estas secuencias.

3.2.2. Paleozoico

3.2.2.1. Formación Sandia

Esta formación se encuentra distribuida en el sector noroccidental, en el distrito Río Negro, en las proximidades de las localidades de Samadaro, Paraiso, Shabashipango y Dos de Mayo de Alto Cheni; y en el sector suroriental, donde se encuentra conformando parte del Parque Nacional Otishi y cortado por el río Mayoventi.

Esta serie sedimentaria también fue reconocida por Steinmann (1929), que describió numerosas formas de graptolites provenientes del valle de Yanahuanca. Igualmente, Boit (1960), recogió en este mismo valle, en las cercanías del centro poblado de Huacar, graptolites que fueron estudiados por Lemon y Granswick (1956). Esta secuencia es básicamente reconocida en el eje de la Cordillera Oriental, en algunos sectores *sobreyace a las unidades metamorizadas como el Complejo Maraón y la serie Ollantaytambo*, lo que indica el estrato tipo del sistema pre-andino. Aunque en algunos lugares, se le confunde con la serie de la Formación San José. Sus constituyentes litológicos están representados por esquistos arenoarcillosos y gneis recristalizados, lutitas y pizarras carbonosas, intercaladas con metacuarcitas y conglomerados basales.

Su máxima representación se le considera en la cordillera oriental del sur del Perú donde también se le conoce con el nombre de *Formación San José*. En el área de estudio se ha logrado identificar mediante la interpretación y análisis de satélite, donde se muestra en forma masiva y agreste, con cadenas montañosas que se orientan de NE a SE.

3.2.2.2. Grupo Cabanillas

Se distribuyen en el sector nororiental y sur en las proximidades de las localidades de Tincabeni, Quipiashari y Unión Mantaro entre otros. La presencia de rocas del Grupo Cabanillas, ha sido reportado y reconocida en los alrededores del lago Titicaca (Newell, 1949). Su mejor distribución se le encuentra en el sector

sur del Perú, donde alcanzan espesores de más de 2 000 m, mientras que en el norte del Perú, el máximo espesor alcanzado es de 1 000 m. A diferencia de la Cuenca Marañón, donde también se le reporta, en la Cuenca del Ucayali es bastante extensa. Particularmente en esta mitad meridional han sido encontrados en varios pozos y secuencias espesas pueden ser identificadas sísmicamente en la Cuenca Ucayali centro –sur (INGEMMET, IIAP, BIODAMAZ, 2007).

Su litología está caracterizada por mudstones gris oscuros, lutitas, limonitas y areniscas. Las lodolitas son micaceas de color gris oscuro y rica en hierro, mostrando un color de intemperismo rojizo con manchas de azufre. Generalmente se considera que esta unidad se ha depositado en ambientes de aguas moderadamente profundas como turbiditas y depósitos hemipelágicos, los cuales pasan verticalmente hacia arriba a facies de aguas más someras.

Su ambiente de depositación está definido por reportes realizados en la prospección del gas de Camisea, donde se ha identificado secuencias de grano crecientes registrando episodios de progradación de una plataforma hacia una sedimentación deltaica y eventualmente hacia sedimentos representativos de un ambiente de cuenca somera. Esta unidad geológica presenta altos potenciales de hidrocarburos por tener excelentes facies de rocas fuente de hidrocarburos que han sido puestas en relieve en las perforaciones en la frontera con Bolivia mostrando facies de ambientes marinos restringidos.

3.2.2.3. Grupo Ambo

Se distribuyen en los sectores noroccidental y sur, en las proximidades de las localidades de San Miguel, Canariaqui, San José de Paureli y la Unión entre otros. El grupo Ambo fue definido por Newell (1949) y Dalmayrac (1973) en la zona de Ambo, región de Huánuco. Está en aparente contacto conformable e infrayacente con el grupo Cabanillas y suprayace en discordancia normal al grupo Tarma (Azcuy, 1992). Su espesor puede alcanzar los 500 m. Justamente, la sedimentación carbonífera comienza con la serie del grupo Ambo la cual fue depositada en un ambiente continental a marino somero. El grupo Ambo es bien conocido en el sector sur

de la cuenca Ene, donde es generalmente encontrado sobreyaciendo al grupo Cabanillas y/o al basamento Precambriano (Parsep, 2002). El Grupo Ambo identificado en la cuenca, corresponde a una plataforma sílico clástica somera desde facies mar afuera superiores a depósitos predominantes de frente deltaico (Elf, 1996).

En sus facies más distales, está compuesto por tempestitas amalgamadas que contienen arenitas verdosas conteniendo restos carbonáceos. Se distinguen areniscas terrígenas de grano fino a grueso de colores verdes a blanco friables, intercaladas con delgados niveles de limonitas y lutitas de colores grises, carbonosos o con materia orgánica; en la base ocurren areniscas conglomerádicas en capas gruesas con estratificación cruzada. Presenta restos de plantas y niveles de carbón que constituyen la transgresión inicial del Carbonífero inferior. Estos sedimentos pasan hacia arriba por la formación Tarma rica en clásticos, delgada y transgresiva, la cual es sobreyacida normalmente concordante por los carbonatos masivos de la Formación Copacabana.

Por estudios palinológicos y relaciones estratigráficas se le asigna a Carbonífero inferior (Missisipiano) Azcuy, 1992. Su ambiente depositacional es mixto, pues la parte inferior incluye un ambiente interdeltaico a estuarino/Tidal que pasa verticalmente hacia arriba a facies fluviodeltaicas orgánicamente ricas, tipo parálico, y hacia la parte superior condiciones interdeltaicas a marinas restringidas próximas a la costa (INGEMMET-BIODAMAZ, IIAP, 2007).

3.2.2.4. Grupo Tarma

Se distribuyen en el sector sur en las proximidades de las localidades de Camantarishi, Valle Esmeralda y San Gabriel entre otros, donde se presenta en forma de franjas alargadas y de aspecto masivos. Esta unidad fue definida por Dumbor y Newell (1946) y Newell (1949), teniendo su localidad tipo a 1 km al sur de Tarma, quienes la denominaron unidad arenisca verdosa. Su litología está representada por una delgada unidad transgresiva rica en clásticos. Se encuentra en discordancia conformable con la Formación Copacabana de naturaleza

calcárea. Su litología representativa son calizas micríticas fosilífera, de aspecto masivo, de tonos claros a cristalinas con *intercalaciones de lutitas gris oscuro a gris verdoso y en la parte superior con niveles evaporíticos.*

La presencia de cefalópodos, pelecípodos, corales del tipo solitario y briozoarios permiten asignarle una edad Carbonífero superior (INGEMMET-BIODAMAZ, 2007). Estudios realizados en la parte superior de esta unidad, reporta abundantes granos de polen monosacados y algunas miosporas. Las asociaciones de palinomorfos estudiadas dan típicamente procedencia Gondwanicas asignándole edades del Carbonífero tardío a Pérmico inferior (Azcuy, 1992). Se interpreta un ambiente marino somero asociado a la *plataforma continental, no tan lejos de la costa donde ocurrían áreas boscosas en condiciones de poca humedad.*

3.2.2.5. Grupo Copacabana

Se distribuyen en el sector nororiental, central y norte del área de estudio, Mazaroveni, Coriteni, Shimabanzo, Caperucia, Otica, Ovirí, Santa Rosa de Ocopa, Vista Alegre y Betania. Se encuentra conformando parte de la Cordillera Oriental, con relieves escarpados (pendientes casi verticales). En las imágenes de satélite se le observa como montañas con cimas relativamente aplanadas.

Fue categorizada por Douglas *et al.*, (1914) en la península de Copacabana del Lago Titicaca, donde clasificó una secuencia de *calizas fosilíferas y gredas amarillentas.* Newell *et al.*, (1953) diferenciaron mediante un análisis paleontológico cuatro zonas en base a fusulinidos.

Sus componentes litológicos están representados por calizas micríticas altamente fosilíferas en estratos masivos, los cuales *forman escarpes pronunciados. Estas secuencias se alternan con niveles de calizas laminares fosilíferas, también presenta calizas bioclásticas, esparíticas a micríticas, que se intercalan con margas amarillentas, chert laminar y calizas dolomíticas.*

3.2.2.6. Formación Ene

La presencia de la Formación Ene está confirmada en afloramientos en el eje central del área de estudio y en la margen derecha de la Cuenca alta del río Tambo, especialmente en la Cordillera Oriental. Muestreos de campo efectuados en el área de estudio confirman la existencia de esta unidad, encontrándose en los siguientes lugares:

- En las proximidades de la localidad de Nuevo Coviriali.
- En las proximidades de la localidad de Paureli.
- En Otica Y En las proximidades de la localidad de Cahingari (proximidades de la localidad de Satipo).

3.2.3. Mesozoico

3.2.3.1. Triásico

3.2.3.1.1 Grupo Pucará

Se distribuyen en el sector noroccidental conformando las chanelas de un anticlinal, en las proximidades de las localidades de Cahirushari, San Pascual, Nuevo Edén, entre otros. El Grupo Pucara representa el evento de máxima inundación de una mega secuencia mayor. Conformado por las Formaciones Chambirá y Aramachay inferior, dando origen al ciclo transgresivo inferior; mientras, el Aramachay superior y las Formaciones Condorsinga/Sarayaquillo forman el ciclo regresivo superior, Advantage (2001). Corresponden a unidades equivalentes lateralmente a la serie que aflora ampliamente en la zona andina; sus contactos son concordantes, aunque se conoce poco sobre su distribución y bioestratigrafía de esta unidad en esta Cuenca.

Su litología está compuesta por lutitas y calizas bituminosas con estratificación delgada de colores grises a negras, en la base presenta una secuencia de

areniscas marrones a gris claro con intercalaciones de lutitas negras, frecuentemente asociada a fenómenos de *diapiros salinos*. Según Parsep (2002), considera que la mayor parte de la llamada "sal" es de origen "Sabka", relacionada a capas evaporíticas y que no es diapírica en ocurrencia, ya que se presenta en su posición estratigráfica original. El mismo autor sostiene que esta unidad representa un excelente sello para las formaciones cretácicas. Se le ha utilizado para designar indistintamente a la secuencia calcárea Triásico – Jurásico en la región Amazónica.

3.2.3.2. Jurásico superior

3.2.3.2.1. Formación Sarayaquillo

Se distribuyen en el sector noroccidental, en los distritos de Satipo y Mazamari, en la primera es cortada por el río del mismo nombre y localizados en los centros poblados de Villa Mercedes, Edén, Civichari, Cashingari, Comunidad Río Alberta y Villa El Pacífico; en la segunda es cortada por el río Panga y localizada a lo largo de la ubicación de los centros poblados de Capirushari, Bajo Capirushari y Cadete. Se encuentra conformando la cadena montañosa de la Cordillera Subandina.

Estas secuencias sedimentarias han sido originadas en un ambiente netamente continental, árido y con poca cobertura boscosa; y con ciertos rasgos de ambientes deltaicos y lacustrinos. Fue enunciada por Kummel (1946) en el río Sarayaquillo, localidad de Contamana, donde define por su naturaleza clástica rojiza (areniscas rojizas). Megard (1973-1974), redefine la Formación en dos fases de depositación, una inferior, salobre de edad bajociano y otra superior, de ambiente netamente continental existiendo entre ellas un evidente cambio de facies. La sedimentación de esta secuencia está vinculada con la emersión y la erosión de la Cordillera Oriental.

Su litología está compuesta por areniscas cuarzosas y feldespáticas de tonalidad rojiza de grano fino a medio *con estratificación cruzada, intercalados con niveles conglomerádicos*. En otros sectores se intercalan con lutitas rojizas. Existen algunos reportes de esta unidad geológica que ha sido considerada dentro de este análisis, lo que ha dado lugar a la clasificación según su *disposición estratigráfica y litológica*.

En la localidad de Paureli, se ha reportado niveles de arenisca rojiza de grano grueso, el afloramiento presenta aspecto masivo. Mientras en las cercanías del centro poblado *Nuevo Coviriali se ha analizado un afloramiento que consiste de arenisca de grano fino a media tonalidad gris marrón feldespática aspecto masivo expo.150 m aprox.*

Por su posición litoestratigráfica se le atribuye una edad que *corresponde al Jurásico superior*. No ha sido posible encontrar fósiles, por lo que ha sido necesario correlacionar cronoestratigráficamente con las unidades que limitan la parte superior e inferior de la unidad como el Grupo Oriente y el Grupo Pucará.

3.2.3.3 Cretácico Inferior

3.2.3.3.1. Grupo Oriente

Su distribución se manifiesta en toda la Cordillera Subandina en franjas alargadas y en forma masiva, siendo una de las unidades más representativa de la provincia, *especialmente en los sectores norte, sur, nororiental y central*. Se localiza en las proximidades de las localidades de Huerto Edén, Santa Cruz, Canaán, Gloria Bamba, Puerto Chata, Mapitamani, entre otros.

Su depositación se le atribuye a facies esencialmente detríticas con algunos niveles calcáreos. Kummel (1946), define esta secuencia como Formación Oriente, dividiéndola en 6 miembros iniciales. Posteriormente Zagarra y Olaechea (1970), la elevaron a la categoría de

Grupo, dividiéndolas en 3 formaciones; Cushabatay, Raya o Esperanza y Agua Caliente. Esta unidad se encuentra en contacto con las secuencias del Grupo Copacabana, conformando las cadenas de montañas, colinas altas y escarpes. Estas secuencias estratigráficas se encuentran afectados por fallas y plegamientos, llegando a formar en las montañas altas y bajas estructurales.

El Grupo Oriente ha sido dividido en 3 unidades formacionales, descritos de abajo hacia arriba:

- **La parte inferior**, corresponde a la Formación Cushabatay y se caracteriza por presentar areniscas cuarzosas blanquecinas a amarillentas, masivas de grano fino a medio con estratificación sesgada, algo friables.
- **La parte media** está representada por la Formación Esperanza, cuyas secuencias se han depositado en un ambiente netamente marinas. Litológicamente están representados por sedimentos pelíticos, predominando las lutitas y lodolitas rojizas; así como calizas grises a negras y limoarcillitas grises, en horizontes delgados. Aunque en ciertos sectores, como en la parte nororiental (en dirección a la Llanura) la secuencia cambia a litofacies de areniscas, Kummel (op. Cit.).
- **La parte superior** corresponde a la Formación Agua Caliente, que constituye una secuencia principalmente areniscosa con estratificación sesgada. Conformo relieves conspicuos como montañas bajas y altas. Su litología está representada por areniscas cuarzosas blancas a cremas con estratos de mediano espesor; también se intercalan con niveles delgados de limoarcillitas grises fisibles. Representa un ambiente fluviodeltaico ligado a una etapa transicional de leve regresión marina.

Los sedimentos del Grupo Oriente presentan variadas fases de depositación, desde un mar somero epicontinental, que oscilaba entre etapas de transgresión y regresión; hasta sedimentos depositados en un ambiente tidal (mar profundo). Sobreyace a sedimentos paleozoicos del Grupo Copacabana e infrayace transicionalmente a los sedimentos de la Formación Chonta. Debido a los niveles fosilíferos que se encuentra especialmente en la Formación Esperanza se le asigna una edad comprendida entre el Cretáceo inferior y medio.

3.2.3.4 Cretácico Medio

3.2.3.4.1. Formación Chonta

Se distribuyen en los sectores norte, sur, nororiental y central del área de estudio, conformando los flancos de los sistemas montañosos y afectados por plegamientos y fallas, responsables de la configuración del relieve, cuyo desarrollo corresponden a relieves moderadamente empinados usados para actividades agrícolas. Se localizan en las proximidades de las localidades de San Juan de Shadriato, Shontakiari, Pachacutec, Sameveni, Shimapango y Matereni entre otros.

Litológicamente está constituida por secuencias calcáreas como calizas micriticas y bituminosas, margas y niveles pelíticos como lutitas y limoarcillitas gris verdosas. Estas se encuentran intercaladas con niveles delgados de areniscas cuarzosas blanquecinas a cremas, la cual se incrementa más hacia el este donde cambia de facies, depositado probablemente en un ambiente deltaico.

Muestreos realizados en diferentes lugares del área de estudio han permitido identificar afloramientos correspondientes a esta unidad geológica, entre las que tenemos:

En las proximidades de la localidad de Bajo Villa Victoria, en las proximidades de la localidad de Shivisari, en la

localidad de Paureli, el ambiente de depositación fue esencialmente marino somero con ligera regresión, que *originó una sedimentación continental de tipo deltaico en una plataforma relativamente estable y de suave pendiente*. La presencia de una gran diversidad de fauna como bivalvos, ostrácodos, foraminíferos, gasterópodos, equinoideos, sobre todo en la faja Subandina ha permitido definir a la unidad una edad Cretáceo medio a superior (Albiano-Coniaciano).

3.2.4. Cenozoico

3.2.4.1. Paleoceno – Eoceno Inferior

3.2.4.1.1 Formación Yahuarango

Se distribuyen en los sectores nororiental y central, configurando la Cordillera Subandina, donde conforma los sistemas de montañas bajas estructurales, afectadas por estructuras deformacionales (anticlinal y sinclinal), con pendiente relativamente suave, lo que ha dado lugar a formas de franjas alargadas y continuas paralelas al eje Andino, el cual corta a los ríos Ene, Perene, Satipo, Sonomoro y Pangoa. Se localiza en las proximidades de las localidades de Santo domingo de Cashingari, Pitsiquia, Comavari, Shanqui, Villa Real y Cashantoveni entre otros.

Fue definido por Kummel (1946), como miembro del Grupo Contamana, describiendo en la parte superior, limoarcillitas rojas (lodolitas rojizas), limolíticas; y en la base, conglomerados redondeados a subangulosos con estratificación sesgada. Corresponde a un conjunto litológico de capas rojas continentales, que da comienzo a la depositación continental con pequeñas interrupciones de leves transgresiones marinas.

Litológicamente está conformado por lodolitas y arcillitas compactas a friables, de tonalidad rojo a marrón rojizo, en ocasiones abigarrados. También se encuentran intercalados con limolita blanco-verdosas glauconíticas,

material tufáceo, niveles calcáreos y areniscas rosadas con estratificación sesgada. Dentro de estas secuencias se presentan capas delgadas de yeso y anhidrita.

Estudios científicos realizados por geólogos de INGEMMET (1998), concluyeron que por sus características litoestratigráficas y palinológicas, la Formación Yahuarango se depositó en un ambiente netamente continental semiárido, la cual estuvo ligada a una sedimentación con flujos aluvionales y fluviales dentro de una zona depresionada. Esta característica nos permite asumir, que estuvo asociado a depósitos lagunares y palustres, originando la sedimentación de materiales finos pelíticos en un ambiente oxidante.

Muestreos realizados en diferentes lugares del área de estudio permitieron identificar a la Formación Yahuarango, entre las que se mencionan:

- En las proximidades de la localidad de Puerto Ocopa
- En las cercanías del centro poblado Boca Satipo

Según Gutiérrez (1982), la Formación Yahuarango se habría depositado desde inicios del Paleoceno hasta comienzos del Eoceno, análisis realizado en base a su posición estratigráfica. Sobreyace en forma transicional a la Formación Vivian e infrayace del mismo modo a los sedimentos de la Formación Chambirá y en algunos sectores en discordancia angular a los sedimentos del Cuaternario. A pesar que se tiene abundante microflora como las Charofitas, estas no han sido determinantes para diagnosticar su edad.

3.2.4.2. Neógeno - Oligoceno

3.2.4.2.1. Formación Chambirá

Su distribución es amplia, aflora en los sectores nororiental y central. En la primera, se manifiesta en forma

de franjas alargadas cortadas por los ríos Satipo, Sonomoro, Mazamari, Tambo y Perené; y en la segunda, se distribuye en la margen derecha del río Tambo en contacto con la Formación Ipururo. Conforman los sistemas de montañas bajas, colinas bajas y altas estructurales erosionales del terciario. Se localiza en las proximidades de las localidades de San Isidro de Matzuriani, Sangareni, Lurinchica, Centro Paureli, Santa Fe de Capareni, Puerto Amazonas, Chinapo, Fe y Alegría y San Juan de Mantaro.

Fue definida por Kummel (1948), como miembro del Grupo Contamana, en los cerros Cushabatay, provincia de Ucayali. El mismo autor redefine y lo eleva a la categoría de Formación, identificando una columna estratigráfica compuesta por arcillitas, lutitas y limolitas rojas, los cuales se intercalan con areniscas marrones, delgadas capas de anhidrita, y horizontes tufáceos esporádicos. Corresponden a las denominadas capas rojas superiores y su litología representativa está compuesta por arcillitas abigarradas, que pueden variar de tonalidad rojiza a marrón y moteadas de color gris verdoso, en ocasiones están intercaladas con niveles de anhidrita. También presenta niveles de areniscas arcillosas de grano medio, algo calcáreas con estratificación sesgada, que se intercala con niveles carbonosos.

Muestreos realizados en diferentes lugares del área de estudio permitieron identificar a la Formación Chambirá, entre las que se mencionan tenemos a los siguientes:

- En las proximidades de la localidad de Alta Victoria
- En la localidad de Palomar
- En las proximidades de la localidad de San Antonio de Sonomoro
- En la localidad de Paureli
- En las proximidades de la localidad de Puerto Ocopa
- En las proximidades de la localidad de Cutivireni,
- En las proximidades de la localidad de Boca Anapati

3.2.4.3 Neógeno-Mioceno

3.2.4.3.1. Formación Ipururo

Su distribución se manifiesta principalmente en el sector nororiental adyacente a la margen derecha del río Tambo, en las localidades de Nueva Jerusalén y Selva Verde. Esta unidad se emplaza en los sistemas de colinas aluviales y estructurales enclavados en las últimas estribaciones de la Cordillera Subandina. Esta unidad fue definida por Kummel (1946) como miembro de la Formación Contamana, en el centro poblado Santa Clara, donde reporto una secuencia de areniscas de tonalidad gris con intercalaciones de pizarras arcillosas rojizas. Posteriormente (dos años después), el mismo autor lo eleva a la categoría de Formación.

Litológicamente, está constituida en su sección inferior por arcillitas rojizas calcáreas graduando a limolitas, que se intercalan con areniscas finas gris claras a verdosas y lechos calcáreos. En su sección media incluye margas grises, areniscas rojizas de grano fino a medio, arcillitas rojas calcáreas y sedimentos volcánicos. En la sección superior, comprende areniscas claras de color pardo, marrón, rojo y grisáceo con estratificación cruzada y granos poco coherentes, las cuales se intercalan con arcillitas rojizas. Las capas o estratos aún no han sido disturbadas, por lo que se hallan en posición horizontal a subhorizontal. Su ambiente de depositación es netamente continental con ciertos sectores palustres y lacustres, basado en una dinámica fluvial ligeramente intensa.

Su edad de formación ha sido datada por su posición estratigráfica y su relación cronoestratigráfica. Bajo estos parámetros la Formación Ipururo, que sobreyace transicionalmente a la Formación Chambirá e infrayace con discordancia angular a erosional a los sedimentos cuaternarios, se le ha asignado una edad Plioceno inferior.

3.2.4.4 Mioceno - Plioceno

3.2.4.4.1. Formación río Picha

Su litología está compuesta por conglomerados polimícticos con rodados de cuarcitas, metamórficas e intrusivos con diámetros entre 0,5 a 7 cm unidos por una matriz arcillosa-arenosa con cemento calcáreo que se disponen en secuencias irregulares. Existen escasas intercalaciones de areniscas líticas de grano grueso y lodolitas grises en estratos delgados (León y De la Cruz, 1998).

Los mismos autores, definen y precisan la unidad caracterizando una secuencia de conglomerados polimícticos depositados en sistemas de abanicos aluviales de piedemonte. Esta unidad aflora en el río Picha (hoja Quiriguetti), afluente del río Urubamba; también ocurre en la margen de la quebrada Poyeni; sus afloramientos se extienden con dirección NO – SE hacia los cuadrángulos de Sepahua y Quiriguetti. Hacia el este en la zona de Camisea, la compañía Shell distingue en su estratigrafía de las Capas Rojas, un miembro conglomerádico que probablemente sea un equivalente (Mohler, 1987).

En las proximidades de la localidad de Paureli se ha reportado secuencias de lodolitas en contacto suprayacente erosional con los depósitos conglomerádicos de la unidad Río Picha de naturaleza polimíctica, el cual presenta homogeneidad en el tamaño de sedimentos. Son característicos de ambientes de abanicos aluviales y se le considera de edad Mioceno – Plioceno.

3.2.5. Cuaternario

3.2.5.1. Neógeno – Cuaternario

3.2.5.1.1 Formación Satipo

Se distribuyen en el sector nororiental, en las proximidades de las localidades Nueva Unión, Boca Mantaro, Remolino y Florida. Su localización típica se encuentra en la cuenca del río Satipo, pues se manifiesta a lo largo de ambos márgenes, extendiéndose como una franja continua. Configuran los sistemas de relieves planos fluvioaluviales del Pleistoceno, colinas denudacionales o erosionales ligeramente disectadas. Caracterizado por Kummel (1948), quien la denomina depósitos aluviales horizontales. Su localidad típica se encuentra en la región de Contamana, a lo largo del río Cushabatay, donde describe arcillas de tonalidad marrón y abigarrada, intercaladas con estratos de poco espesor de arena con estratificación sesgada y lentes de gravas englobado por capas de arcilla y arena. Presenta dos horizontes bien diferenciados, uno inferior de mayor espesor constituido por gravas polimícticas semiconsolidadas, heterométricos con matriz arenosa; y otro superior, el cual consiste de arcillas, limos y arenas. Según Kummel op. Cit. Contiene plantas, fragmentos de madera, Gasterópodos y pelecípodos.

La Formación Satipo se ha desarrollado en un ambiente de sedimentación principalmente fluvial y aluvional. Fluvial por los depósitos conglomerádicos subredondeados, que han sido retrabajados por la dinámica de los sistemas hídricos y se acumulaban en las zonas depresionadas de los pequeños valles; estas se iban formando paralelamente a la depositación. Y aluvional, por los depósitos de gravas y gravillas que eran acarreados desde la emergente Cordillera Subandina. Se le asigna de edad Plio-Pleistoceno.

3.2.5.2. Pleistoceno Superior - Holoceno

3.2.5.2.1. Depósitos aluviales Pleistocénicos

Se distribuyen en el sector nororiental y central, en el valle aluvial de Satipo y Mazamari, y a lo largo de la cuenca del río Tambo. Su litología representativa está constituida por sedimentitas fluvioaluviales semiconsolidadas a inconsolidadas, es decir acumulaciones de materiales finos como arenas, limos y arcillas, no consolidadas a ligeramente consolidadas, que han sido depositadas desde el Pleistoceno superior hasta inicios del Holoceno. Las acumulaciones de estas secuencias se han desarrollado en un ambiente de dinámica fluvial bastante activa, relacionada siempre a las fluctuaciones de los lechos de los ríos y a los procesos de inundación, que en terrenos depresionados dejaban indicios de sedimentos fluviolacustres.

En el trabajo de campo efectuado en el área de estudio se ha localizado y muestreado afloramientos correspondientes a esta unidad, entre los más representativos tenemos:

En las proximidades de la localidad de Boca Anapati, se ha reportado un afloramiento compuesto por conglomerados semiconsolidados a consolidados en contacto erosional con las capas rojas terciarias. Mientras, que en la localidad de Quimarija se han identificado secuencias terciarias en contacto erosional con los depósitos pleistocénicos compuestos por conglomerados polimícticos ligeramente consolidados. Todas estas acumulaciones conforman el nivel de terrazas altas y medias (piedemonte diluvial) con sedimentación subreciente pleistocénica, debido a sus características litológicas en algunos sectores presenta hidromorfismo permanente.

3.2.5.3 Holoceno

3.2.5.3.1. Depósitos aluviales Subrecientes

Se distribuyen en el sector nororiental, en los valles de Satipo y del Tambo, en las proximidades de las localidades de Quimarija, Quitempampani, Tsoroja, Poyeni y San Juan de Motzote. Estas acumulaciones conforman el nivel de terrazas medias de 8 a 15 metros de altura. Estos depósitos sedimentarios constituyen acumulaciones fluviales depositadas en el límite Pleistoceno – Holoceno, por los principales sistemas fluviales que accionaron durante ese período. Está compuesta por materiales finos como arenas, limos y arcillas, ligeramente consolidadas a inconsolidadas. Frecuentemente conforma terrenos con serios problemas de drenaje, que limitan su uso y ocupación.

3.2.5.3.2. Depósitos Fluviales Recientes

Se distribuyen en el sector central, sur y nororiental, y se localizan en los valles de los ríos Pangoa, Perené, Alto Ene y Tambo. Estos depósitos están representados por acumulaciones fluviales recientes y en ciertos sectores con remanentes de secuencias subrecientes, depositadas bajo la influencia de los sistemas hídricos que drenan la provincia en relieves relativamente depresionadas.

Sedimentológicamente, están constituidos por arcillitas gris claro, intercalados con niveles de arenitas no consolidadas. Conforman los lechos de inundación de los ríos, las planicies de inundación o las llamadas terrazas bajas inundables.

3.2.6. Rocas Ígneas

3.2.6.1. Carbonífero Inferior

3.2.6.1.1 Plutones Graníticos y Monzograníticos

Se localiza en el sector Occidental, en las proximidades de las localidades de Pampa Hermosa, Monte Olivo, Río Negro, entre otros. INGEMMET (1998), se describen en las proximidades de la localidad de Llaylla, Provincia Satipo, departamento de Junín, dos tipos de afloramientos plutónicos e hipabisales, la primera de naturaleza granítica y la otra monzogranítica.

Los cuerpos ígneos graníticos se encuentran conformando las cadenas montañosas de la Cordillera oriental, con un alineamiento noroeste sureste. De acuerdo a las informaciones recabadas por estudios realizados por INGEMMET (1998), ORSTOM (1986) y otras instituciones, apoyados con las interpretaciones de las imágenes de satélite y muestreos colectados en el área de estudio, se le ha delimitado y definido en el sector noroccidental, en las cadenas montañosas de la Cordillera Oriental. Se encuentran en contacto con las secuencias del Grupo Ambo, Tarma y principalmente con la Formación Ene-Río Tambo, con el cual se logró identificar su área de contacto.

La composición de las rocas intrusivas, especialmente los granitos se encuentran conformando los stocks de tonalidad gris claro a ligeramente rosado. Presentan tonalidades gris a gris oscuro (mesocratas), otras rocas intrusivas asociado a este plutón se encuentran los monzogranitos, que en algunos casos con estructuras de Xenolitos.

Esta unidad ígnea se ha logrado identificar en las proximidades de la localidad de Nuevo Coviliari se ha logrado identificar dos afloramientos de intrusivos porfiríticos: la primera compuesta por granitos de tonalidad menalócrata; y la segunda granitos de

tonalidad gris a gris oscura ligeramente meteorizada de 50 m de espesor. Su edad se ha estimado en el *carbonífero inferior a superior* (INGEMMET, 1998), pues intruyen a las secuencias pizarrosas del paleozoico inferior del Grupo Cabanillas.

3.2.6.2. Carbonífero Superior

3.2.6.2.1. Plutones de Granodioritas y Tonalitas

Se localiza en el sector Occidental, en las proximidades de las localidades de San Lorenzo de Puputa, Calabaza, Interandino y Ajos Pampa. INGEMMET (1998) en los cuadrángulos de la Merced y otros, describe en las proximidades de la localidad Toldopampa, provincia de Satipo, dos tipos de afloramientos plutónicos e hipabisales, la primera de naturaleza granodiorítica; y la segunda compuesta por *stocks de tonalitas*.

Estos afloramientos plutónicos también se encuentran conformando las cadenas montañosas de la Cordillera oriental, con orientación noroeste sureste. Con la información recabada en el trabajo de campo, estudios realizados por INGEMMET (1998), ORSTOM (1986) y otras instituciones, apoyados con las interpretaciones de las imágenes de satélite, se ha logrado definir y delimitar esta unidad. Se encuentran en contacto con los *cuerpos plutónicos y la serie metamorfizada del complejo Maraón*, mientras que en algunos sectores se le encuentra en contacto con las secuencias del Grupo Cabanillas y con las secuencias cretácicas y terciarias.

La composición de las rocas intrusivas granodiorítica se encuentra ligeramente metamorfizadas (plagioclasas ligeramente alteradas a sericitas), tal como se verifico en el análisis de campo, éstas presentan tonalidad gris a gris oscuro. Otras rocas presentes en estos stocks intrusivos son las tonalitas.

Su edad se ha estimado en el Carbonífero superior, pues intruyen a las secuencias pizarrosas del *paleozoico inferior del Grupo Cabanillas*. También, se le asigna esta edad por estar en contacto con las formaciones más jóvenes (terciarias y cretácicas).

CAPITULO IV

FENÓMENOS GEOLÓGICOS

4.1. GEODINÁMICA

4.1.1. Geomorfología y Susceptibilidad

De las observaciones de campo, a continuación se muestra la ocurrencia de eventos geodinámicos, habiéndolos agrupados según los valores de susceptibilidad referidos a las diferentes unidades geomorfológicas existentes.

4.1.1.1. Susceptibilidad muy Alta

Depósitos de deslizamiento; abanicos y vertiente de detritos: Están ligados principalmente a la ocurrencia de deslizamientos, derrumbes, flujos de detritos y movimientos complejos; en importancia están las áreas con depósitos de deslizamientos susceptibles a reactivarse por modificación de sus taludes, las vertientes de detritos y los abanicos diluvio/coluviales, en ese orden. Estos materiales generalmente tenderán a buscar su estabilización natural.

4.1.1.2. Susceptibilidad Alta

En este grupo destacan:

- Montañas con laderas de moderada pendiente: Son frecuentes en la región los deslizamientos y movimientos complejos, derrumbes y caída de rocas, flujos de detritos.
- Montañas con laderas de moderada a fuerte pendiente: Ligadas a derrumbes, movimientos complejos y flujos de detritos, principalmente en las laderas de valles encañonados.
- Planicies aluviales antiguas: En sus frentes, generalmente disectados, ocurren flujos de detritos y derrumbes asociados o desencadenados por la erosión de laderas, afectando las áreas adyacentes.

4.1.1.3. Susceptibilidad Media

En este grupo encontramos:

- **Montañas con laderas estructurales:** Vinculadas a caída de rocas, movimientos complejos (caída de rocas/flujo de detritos) y reptaciones. Pueden presentarse avalanchas de roca.
- **Colinas y lomadas bajas disectadas:** Por su poca elevación son menos susceptibles a la ocurrencia de movimientos en masa de grandes magnitudes; sin embargo, ocurren flujos de detritos pequeños, derrumbes hasta deslizamientos, iniciados por procesos de erosión.
- **Colinas; Colinas con laderas estructurales:** Frecuencia de erosión de laderas en suelos superficiales, caída de rocas y algunas reptaciones de suelo, vuelcos en las laderas estructurales con formación de cuevas. Detritos de vertiente glaciofluviales y morrenas: Por su ubicación son susceptibles a remoción con agua (fuertes lluvias) al ser saturados.

4.1.1.4. Susceptibilidad Baja

En este grupo resaltan:

- **Abanicos pluviales y aluvionales:** Muchos de estos depósitos son antiguos, sin embargo, en sus límites pueden ocurrir eventos excepcionales de dimensión menor, tales como: Lomadas y monte islas (afectadas principalmente por erosión de laderas); y, terrazas.

4.1.1.5. Susceptibilidad muy Baja

En este grupo resaltan las llanuras de inundación existentes en la provincia de Satipo.

4.1.2. Pendientes y Susceptibilidad

La pendiente como factor condicionante es un parámetro importante en la evaluación de todo tipo de proceso de movimiento en masa, por ello, diversos autores consideran a esta variable como fundamental en el análisis de susceptibilidad (AGUILAR & MENDOZA, 2002. En RESTREPO & VELÁSQUEZ, 1997; MORA Y VAHRSON, 1994; VAN WESTEN & TERLIEN, 1995).

Respecto a la relación pendiente versus movimientos en masa, existen algunas divergencias en su análisis⁷. En general, la relación entre movimientos de masa y pendiente, no es apropiado generalizarla para todos los ambientes climáticos. Diversos autores coinciden en que pendientes bajas y altas o muy altas son menos susceptibles a los movimientos en masa.

Para el desarrollo del presente proyecto de Tesis, se adoptó la siguiente clasificación:

Las áreas de menor pendiente son poco susceptibles a movimientos en masa, pero son afectadas por eventos originados en las porciones adyacentes o superiores de mayor pendiente. Las inclinaciones entre 0° y 1° se calificaron con el valor cero (susceptibilidad muy baja a nula), mientras que las pendientes >45° con valor 2 (susceptibilidad media).

- Laderas entre 1° y 5°, de inclinación suave, conforman relieves con baja susceptibilidad (algunas veces afectadas por eventos que se originan en pendientes más inclinadas), generalmente flujos de detritos (huaycos). Se asignó a este rango el valor 1 (susceptibilidad baja).
- Laderas con inclinaciones entre 5° y 15° se consideran con susceptibilidad media a los movimientos en masa y se calificó con el valor de 2.
- Los terrenos o laderas con pendientes entre 15° y 25° son las más susceptibles en la cuenca (susceptibilidad muy alta) y se les asignó el valor de 4.
- Se consideró susceptibilidad alta a los terrenos con laderas entre 25° a 45° de pendiente, asignándoles el valor de 3.

De acuerdo a esto, es fácil que ocurran movimientos en masa en laderas y cauces cuya inclinación principal varía entre media a fuerte

(5° - 45°), también es más alta la susceptibilidad a la erosión de laderas (surcos y en cárcavas) de colinas o montañas, bajo el criterio *de que a mayor pendiente se facilita el escurrimiento superficial y por ende la erosión hídrica o pluvial será mayor.*

Los flujos de detritos son muy frecuentes en terrenos con pendientes entre 20° a 35°, también ocurren a mayores pendientes (35° a 50°); *menos frecuentes entre 5° y 20°.* La erosión de laderas ocurre mayormente en pendientes entre 20° y 50°.

Los deslizamientos y movimientos complejos inventariados son frecuentes en pendientes entre 20°- 35°; estos últimos ocurren *también a mayores pendientes y en el caso de deslizamientos, algunos ocurrieron en terrenos de poca pendiente (5° a 20°).*

Las caídas de rocas y derrumbes ocurren en pendientes entre 20° y 50°, principalmente entre 35°-50°; se inventariaron pocas ocurrencias de este tipo en terrenos o frentes de ladera escarpados mayores a 50° y menores de 20°.

Las inundaciones y erosión fluvial, además de influir otros factores netamente geomorfológicos y dinámicos, ocurren usualmente en terrenos de suave pendiente (<1° y entre 1° y 5°), de ahí que estos terrenos se consideran de muy alta susceptibilidad a las inundaciones.

4.1.3. Litología y Susceptibilidad

La geología es uno de los parámetros más importantes al analizar la susceptibilidad a los movimientos de masa, pero también uno de los más complejos de evaluar, por las diferentes asociaciones de rocas que se presentan y que condicionan su competencia geomecánica (fracturamiento) y resistencia (meteorización). Se evalúa el carácter litológico y estructural.

En la litología, se evalúa el tipo de material presente (roca o suelo), sus características físicas y químicas, composición mineral y textura, características que definen su grado de susceptibilidad a los movimientos en masa (MEDINA, 1991).

La parte estructural considera los sistemas de discontinuidades presentes en la roca, como planos de debilidad (estratificación, pliegues, fallas y diaclasas); estructuras tectónicas presentes en el

material, en las cuales se ha presentado desplazamiento relativo de masas (SIMONS, 1990). Su influencia en la susceptibilidad está gobernada por su rumbo, buzamiento (en relación al talud o inclinación de laderas), espaciamiento y continuidad, grado de actividad (fallas activas, etc.), entre otros (SUÁREZ, B., J.1998).

La litología de las formaciones observadas a lo largo de los distritos de la provincia de Satipo, nos permitió establecer grados de susceptibilidad, tal como se detalla a continuación.

- **Los metamórficos, esquistos y micaesquistos(fm. Ambo y complejo del marañón)**, presenta muy alta susceptibilidad a la ocurrencia de deslizamientos, movimientos complejos, derrumbes, flujos, reptación y erosión de laderas.
- **Los conglomerados, areniscas, lodolitas y lutitas(La fm. Chambirá)**, con alta susceptibilidad a la ocurrencia de deslizamientos, caídas (derrumbes), reptación, erosión de laderas y flujos de detritos (huaycos).
- **Las areniscas, lutitas (Gpo. Oriente) y gneiss (fm. Ambo)**, presentan una moderada susceptibilidad a la ocurrencia de deslizamientos, derrumbes y caída de rocas; erosión de laderas.

4.1.4. Fenómenos de Geodinámica Interna

Perú forma parte de una de las regiones de más alta actividad sísmica en la Tierra, lo cual, es el cinturón circumpacífico, y por tanto está expuesto al peligro que ella representa. Por esta razón es imprescindible, para la planificación, diseño de obras de ingeniería y ordenamiento territorial, efectuar estudios de sismicidad y peligro sísmico en zonas de movimientos en masa.

El mayor peligro al cual se encuentra sometido nuestro territorio lo constituyen los sismos, de ahí que los daños que ellos provocan en las ciudades dependerán de su tamaño (magnitud o intensidad), y de la capacidad de respuesta de las estructuras a la aceleración a la cual son sometidas. La correcta equivalencia entre estos dos factores permitirá reducir los daños causados por este tipo de peligro. El monitoreo de la actividad sísmica que ocurre en el territorio peruano lo realiza el Instituto Geofísico del Perú (IGP), que opera una red

sísmica nacional compuesta por 31 estaciones, de las cuales 20 son de periodo corto y 11 de banda ancha.

Los procesos internos y procesos deformativos, tienden a crear continuamente nueva tierra firme; lo que significa que la corteza terrestre se encuentra sometida a acciones de geodinámica externa, orientada a nivelar montañas y depresiones, y a procesos antagónicos, que permanentemente acentúan las desigualdades, por la energía acumulada en el interior de la corteza terrestre, conformando la geodinámica interna.

Para el caso de nuestro País, debido a su ubicación en la zona de interacción de las dos placas tectónicas (Nazca y Sudamericana), se presentan ocurrencias sísmicas y procesos tectónicos, que causan sismos superficiales en la parte continental, relacionados con la cordillera de los Andes y sus contrafuertes.

A nivel de la Provincia, se ha suscitado diversos sismos; siendo el más catastrófico, el de 1947, que afectó la ciudad de Satipo y localidad de Puerto Ocopa. Por otro lado, se han registrado temblores en los años de 1955, 1962 y 1998; este último, en la localidad de Puerto Ocopa.

El evento sísmico más importante registrado, fue el del 01 de noviembre de 1947, de Magnitud 7.5 en la Escala de Richter, con una Intensidad de VIII-IX en la Escala de Mercalli, generó consecuencias devastadoras, llegando a desbordarse el río Satipo hasta la Plaza de Armas de la ciudad de Satipo y fue arrancada desde sus bases el Puesto de Salud de aquel entonces. Este terremoto fue causa del desastre según el contexto tectónico, geomorfológico, climático y ambiental en que se produjo. Se relegaron también las expectativas de desarrollo que se habían cifrado la población en este sector.

Satipo: Terremotos			
Fecha	Localidad	Magnitud	Intensidad Máxima
01-11-1947	Satipo-Junín	7.5	VIII-IX
FUENTE: Centro Nacional de Sismología			

Cuadro N° 2. – Registro de sismos

En la micro cuenca del río Satipo, se presencié, un elevado índice de saturación poblacional, afectadas, por una sucesión de eventos sísmicos, que generaron grandes y extensos deslizamientos, formando aludes, represando algunos cauces fluviales que originaron enormes avalanchas de lodo, bloques y árboles; debido al relieve tan abrupto y la presencia de suelos arenosos y limosos (piroclastos, regolitos) propios de la zona.

Los daños al ambiente, a la infraestructura civil y a la población, fueron muy extensos; según estimaciones más autorizadas, hubo destrucción total de la superficie (deslizamientos), miles de árboles arrasados, especies de mamíferos desaparecidos, muertes humanas, puentes pequeños y viviendas total o parcialmente destruidas.

En previsión de futuros desastres naturales, debe de replantearse los conceptos de los planes de desarrollo y la explotación de los recursos naturales; readecuándose la organización de la vida, en relación con el ecosistema.

4.1.5. Fenómenos de Geodinámica Externa

En la provincia Satipo, por su ubicación geográfica, condiciones climáticas, factores geológicos y tectónicos; hacen que se presenten regularmente fenómenos catastróficos de origen hidrometeorológico (tormentas, inundaciones, etc.), y mixtos (erosión, deslizamientos, etc.); al cual se suman el uso irracional y desordenado de los recursos naturales, como la tala de bosques, cambio de uso de suelo, extracción de materiales de ríos y/o laderas, etc., que contribuyen a la aceleración y magnificación de los fenómenos naturales.

Dentro de los procesos que se han podido identificar, son de observar los que a continuación se mencionan:

4.1.5.1. Huaycos

Calificado a todo desprendimiento de lodo y rocas; debido a precipitaciones pluviales, que se presentan como golpes de agua lodosa que se deslizan a gran velocidad por quebradas secas y de poco caudal arrastrando piedras y troncos. Generalmente, están originados por la ruptura de diques naturales o artificiales, así como la precipitación. Este tipo de

eventos se presenta en el distrito Pampa Hermosa (sector de San Antonio), Río Negro, Mazamari y Satipo.

4.1.5.2. Derrumbes

Este fenómeno geodinámico está relacionado generalmente con suelos de material suelto y erosión fluvial ribereña, que se presentan generalmente en todo el trayecto de los ríos Tambo y Ene; que están formados sobre sedimentos no consolidados o sobre rocas continentales, que por la poca cohesión que tienen, son susceptibles a la erosión de riberas. Estos fenómenos particularmente afectan centros poblados y las vías de transporte. Las zonas de derrumbe, con mayor frecuencia, se hallan en las Comunidades Nativas de Poyeni, Betania, Kiatari y Capirushari, estos dos últimos en la margen izquierda del Río Sonomoro, donde constantemente se ve interrumpida la carretera, por material suelto, por efectos del flujo gravitacional y por estar ubicada en la base de laderas de fuerte pendiente.

4.1.5.3. Deslizamientos

Considerado a todo desplazamiento de masas de tierra o rocas por una pendiente en forma súbita o lenta, causado no sólo por la gravedad que actúa sobre las laderas, sino también por las precipitaciones, topografía, clase de rocas y suelos, entre otros. El deslizamiento de tierras se presenta en las laderas de montaña y/o lugares de material fino, constituidos por material suelto no consolidados (arcillo-arenoso), que son saturados durante las lluvias y al perder adhesión se deslizan; particularmente en zonas donde hay un cambio de pendiente, produciéndose inestabilidad de taludes.

4.1.5.4. Erosión Fluvial

Acción de desgaste que ocurre en el lecho del río, notándose mayor incidencia en época de avenidas, que se presentan a lo largo de los ríos, que van arrastrando las tierras de las orillas, por falta de cobertura vegetal y deforestación masiva. En esta Provincia, las zonas más afectadas son las márgenes de los ríos Anapati, Llaylla, Ene, Tambo y Satipo.

4.1.5.5. Inundación

La presencia de agua en volúmenes considerables, en lugares donde normalmente no se da, se debe muchas veces a las precipitaciones intensas, que rebasan el caudal normal del cauce del río, generando desborde de las riberas, que se dan en algunos casos en forma gradual y en otros violentamente, provocando inundación de las riberas de ambos márgenes del río Ene, afectando a las poblaciones asentadas, de Valle Esmeralda, Tununtuari, Amazonas, Anapati, Somabeni, Sanibeni, Quiteni y otros. Este fenómeno se presenta con más frecuencia en temporadas de invierno.

A continuación se detalla algunos de los fenómenos de geodinámica externa que ocurren en las diferentes comunidades de la provincia de Satipo.

PRINCIPALES FENÓMENOS DE GEODINÁMICA EXTERNA DE MAYOR OCURRENCIA.		
Comunidad	Clima	Geodinámica Externa
Satipo	Cálido – semi húmedo	Derrumbes, deslizamientos, desprendimiento de rocas, erosión
Llayla	Cálido - húmedo Semicálido - húmedo	Huayco, erosión fluvial
Mazamari	Cálido - húmedo	Derrumbes, deslizamientos, huaycos, inundación.
Pangoa	Cálido - húmedo Semicálido - húmedo	Derrumbes, deslizamientos.
Coviriali	Cálido- húmedo Semicálido - húmedo	Derrumbes, deslizamientos, erosión fluvial.
Pampa Hermosa	Semicálido - húmedo	Deslizamiento, huayco, inundación.
Rio Tambo	Cálido - húmedo	Derrumbes, erosión fluvial.
Rio Negro	Cálido - húmedo Semicálido - húmedo	Deslizamiento, huaycos.

Cuadro N° 3.Fenómenos de geodinámica externa

CAPITULO V

EVALUACIÓN GEOTÉCNICA

5.1. EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA

Se efectuó un reconocimiento visual de las zonas que hacen parte del proyecto, con el objetivo fundamental de realizar un diagnóstico preliminar. Para lo cual se llevó un registro fotográfico de todo el reconocimiento visual y se efectuó un inventario de las condiciones geológicas y geotécnicas más importantes del área.

Su objetivo es la toma de muestras de los materiales del subsuelo, así como la ejecución de ensayos que permitan determinar las principales características de los suelos, sus espesores, condiciones de trabajo y estado general.

5.1.1. Trabajo de Campo

En la fase previa a la exploración, se ha realizado el reconocimiento preliminar del área de estudio, con el fin de determinar los límites exactos de la misma, los accesos, y para tener una referencia de los patrones geológicos, geomorfológicos, estructurales y geotécnicos existentes en la zona.

Con la información revisada anteriormente, con mapas y planos elaborados con ayuda de imágenes de satélite, se ha procedido con el mapeo sistemático de suelos y rocas, referenciados con los afloramientos y cortes naturales de carreteras, lo cual ha facilitado la caracterización individual de cada tipo de suelo y roca, teniendo en cuenta un sistema de clasificación previa. Esta caracterización se logró con la interpretación de los perfiles estratigráficos representativos de suelos, descritos de las calicatas y cortes de carreteras.

Cada corte vertical de afloramiento natural o despeje y en calicata exhibe una serie de capas superpuestas perfectamente diferenciadas, con características propias a los que se les denomina horizontes o estratos y que se estudian con el objeto de tener conclusiones

relativas a la influencia que puedan tener sobre las obras civiles posteriores.

Cada horizonte se examinó cuidadosamente y se anotó en la libreta y tarjetas datos relacionados a: denominación del horizonte, espesor, color (tablas MUNSELL), textura, estructura, consistencia, compacidad, plasticidad, resistencia, humedad, límite entre cada horizonte, presencia o ausencia de sales, modificadores texturales (humus y raíces), y otras observaciones.

Se consideraron aspectos exteriores, así como también ubicación, vegetación, altitud, topografía y pendiente, relieve, fisiografía, material de origen, drenaje y napa freática.

5.2. MECÁNICA DE SUELOS

5.2.1. Investigación de Suelos

Para iniciar con la investigación de las características de suelos y rocas, se ubicaron en las zonas de mayor interés o ambientes representativos los puntos de muestreo, las cuales se obtendrán de las calicatas excavadas con secciones de 1.00m * 1.00m * 2.00 de profundidad.

A continuación de muestran los puntos establecidos para las excavaciones de calicatas.

Calicatas excavadas y obtención de muestras inalteradas

Ident.	Norte(Utm)	Este(Utm)	Altitud (m)	Ubicación
C-1	8737445	542029	1337	Llaylla
C-2	8736271	544128	1396	Llaylla
C-3	8727462	519531	2258	Pampa Hermosa
C-4	8721612	526020	3745	Pampa Hermosa
C-5	8753268	521839	1659	Pampa Hermosa
C-6	8746404	525465	674	Pampa Hermosa
C-7	8762328	540457	1062	Rio Negro
C-8	8760373	519420	1382	Pampa Hermosa
C-9	8761857	532613	708	Rio Negro
C-10	8776474	551762	1302	Rio Negro
C-11	8751641	540702	945	Coviriali
C-12	8781342	547737	721	Rio Negro
C-13	8779079	558984	496	Rio Negro
C-14	8768689	534409	707	Rio Negro
C-15	8756343	529904	1313	Satipo
C-16	8764710	515518	1069	Rio Negro
C-17	8777797	551281	1416	Rio Negro
C-18	8767352	578205	365	Rio Tambo
C-19	8756951	573928	994	Pangoa

Cuadro4. (A) –Ubicación de calicatas

Asimismo, se describe la ubicación de los despejes y cortes de carreteras:

Despejes y afloramientos naturales

Ident.	(UTM) Norte	(UTM) Este	Altitud (m.)	Ubicación
D-1	8737531	544204	1204	Llaylla
D-2	8748754	523900	1536	Pampa Hermosa
D-3	8751703	521810	1434	Pampa Hermosa
D-4	8726637	519670	2346	Pampa Hermosa
D-5	8720245	523601	3741	Pampa Hermosa
D-6	8722681	526478	3656	Pampa Hermosa
D-7	8783164	527738	668	Rio Negro
D-8	8765260	520842	1099	Rio Negro
D-9	8773893	524302	649	Rio Negro
D-10	8772398	521752	732	Rio Negro
D-11	8776780	543255	1486	Rio Negro
D-12	8778841	544335	1448	Rio Negro
D-13	8774966	536912	1043	Rio Negro
D-14	8767064	524977	971	Rio Negro
D-15	8777558	537140	1245	Rio Negro
D-16	8758047	569935	994	Mazamari
D-17	8764137	524890	1269	Rio Negro
D-18	8775164	533799	936	Rio Negro
D-19	8776328	534817	896	Rio Negro
D-20	8763165	516398	1222	Rio Negro
D-21	8784324	540899	1026	Rio Negro
D-22	8781545	546308	1000	Rio Negro
D-23	8765867	524464	1290	Rio Negro
D-24	8781721	548874	1606	Rio Negro
D-25	8777380	546089	1631	Rio Negro
D-26	8779399	547176	1266	Rio Negro
D-27	8777529	546089	1607	Rio Negro
D-28	8766847	582829	350	Rio Tambo
D-29	8766849	582825	355	Rio Tambo
D-30	8767689	577616	374	Rio Tambo
D-31	8754840	551281	561	Mazamari
D-32	8749120	552554	694	Mazamari
D-33	8740596	564635	1179	Mazamari
D-34	8754851	548545	824	Mazamari

Cuadro N° 5–Ubicación de afloramientos

5.2.2. Técnicas de Muestreo

En los cortes naturales y calicatas excavadas se procedió al muestreo de los horizontes estratigráficos obteniéndose muestras disturbadas para los análisis de laboratorio en un peso promedio de 2.5 kg. por muestra y muestras inalteradas en tubo (Mit) para ensayos mecánicos.

5.2.3. Ensayos de Laboratorio

Los ensayos de laboratorio realizados a partir de las muestras obtenidas en el campo, se realizaron siguiendo las normas establecidas por la **American Society for Testing Materials (ASTM)**, las cuales se detallan a continuación:

ENSAYO	NORMA APLICABLE
Descripción Visual-Manual	ASTM D 2488
Análisis Granulométrico	ASTM D 422
Peso específico	ASTM D 854
Contenido de humedad natural	ASTM D 2216
Límite líquido y plástico	ASTM D 4318
Clasificación Unificada de Suelos (SUCS)	ASTM D 2847
Contenido de Sulfatos, Cloruros y Sales solubles Totales en el Suelo	BS1377-PARTE 3
Ensayo de corte directo	ASTM D 653-90

Cuadro N° 6. Ensayos realizados

5.3. DESCRIPCIÓN VISUAL DE SUELOS

De acuerdo a la mecánica de suelos, se han establecido sistema de clasificación de los suelos AASHTO y El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (USCS).

Ident.	Muestra	Descripción visual
C-1	Cerro Inca	0.0 - 2.00m. Arena arcillosa color amarillo naranja, plasticidad media, consistencia media, humedad media.
C-2	Alto Esperanza	0.0 - 2.00m. Arenas de grano medio, limosas, poco plásticas, color marrón, humedad media a alta, compacidad media
C-3	Calabaza	0.00 - 1.20 m (CASCAJO) Arenas Arcillas color gris verdoso oscuro, plasticidad media, consistencia alta, humedad baja, presenta fragmentos rocosos, a partir de 1.20 se presentan Roca ignea, granodiorita muy alterada y fracturada
C-4	Hatun Putac	0.00 - 0.80 m (CASCAJO) Arenas Arcillas color gris verdoso oscuro, plasticidad media, consistencia alta, humedad baja, presenta fragmentos rocosos, a partir de 1.20 se presentan Roca ignea, granodiorita muy alterada y fracturada
C-5	Nva Florida	0.00 - 2.00 m. (CASCAJO) Arena Arcilla color amarillo rojizo, plasticidad media a alta, consistencia alta, humedad media, presenta fragmentos rocosos angulares
C-6	Rio Desconocido	0.00 - 2.00 m (CASCAJO) Arena Arcillosa color amarillo a naranja, plasticidad media , consistencia alta, humedad media, presenta fragmentos rocosos angulares
C-7	San Sebastián	0.00 - 2.00 m. Arena limosa a arcillosa color marrón rojizo claro, plasticidad baja , consistencia alta, humedad media, presenta pequeños, fragmentos rocosos angulares
C-8	Cannan Del Norte	0.00 - 2.00 m. (CASCAJO) Arena Arcillosa color amarillo a naranja, plasticidad media , consistencia alta, humedad media, presenta fragmentos rocosos angulares
C-9	Miflaro	0.00 - 2.00 m. Arcillas color marrón claro rojizo, plasticidad media a alta, consistencia media, humedad media, presenta inclusión de fragmentos rocosos angulares
C-10	Miguel Grau	0.00 - 2.00 m. Arcillas color marrón claro rojizo, plasticidad media a alta, consistencia media, humedad media, presenta inclusión de fragmentos rocosos angulares

C-11	Palestina	0.00 - 2.00 m. (CASCAJO) Arena Arcillosa color amarillo a naranja, plasticidad media , consistencia alta, humedad media, presenta fragmentos rocosos angulares
C-12	Villareal - PL1	0.00 - 2.00 m. Arcillas color marrón claro rojizo, plasticidad media a alta, consistencia media, humedad media, presenta inclusión de fragmentos rocosos angulares
C-13	Buenos Aires	0.00 - 2.00 m. Arcillas color mostaza, plasticidad media a alta, consistencia media a alta, humedad media a baja.
C-14	Sta Rosa	0.00 - 2.00 m. Arcillas color mostaza, plasticidad media a alta, consistencia media a alta, humedad media a baja.
C-15	Rio Sta. Azope	0.00 - 2.00 m. (CASCAJO) Arena Arcillosa color naranja claro, plasticidad baja, consistencia alta, humedad media, presenta fragmentos rocosos angulares y raices finas.
C-16	V. Sol De Morontaro	0.00 - 2.00 m. (CASCAJO) Arena Arcillosa color naranja claro, plasticidad baja, consistencia alta, humedad media, presenta fragmentos rocosos angulares y raices finas.
C-17	Unión Progreso	0.00 - 2.00 m. Arcillas color mostaza, plasticidad media a alta, consistencia media a alta, humedad media a baja.
C-18	Pto. Prado	0.00 - 2.00 m. (CASCAJO) Arenas de grano medio a grueso color marrón rojizo oscuro, matriz limosa de plasticidad baja, consistencia alta, humedad media, presenta raices delgadas.
C-19	Alto Saureni	0.00 - 2.00 m. Arcillas color mostaza, plasticidad media a alta, consistencia media a alta, humedad media a baja.

Cuadro N° 7. Descripción visual de Suelos

5.4. RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

5.4.1. Análisis Granulométrico por Tamizado

Este ensayo realizado utilizando mallas de acuerdo a las normas ASTM, mediante lavado o en seco permite identificar el tipo de suelo, que conjuntamente con el ensayo de plasticidad se obtiene los límites de Atterberg que permite la clasificación de los suelos; habiéndose establecido los tipos:

Ident.	Muestra	Grava (%)	Arena (%)	% pasa N°200
C-1	Cerro Inca	6.90	65.40	27.70
C-2	Alto Esperanza	2.71	79.06	18.24
C-3	Calabaza	27.76	54.48	17.76
C-4	Hatun Putac	22.0	45.53	32.47
C-5	Nva Florida	14.44	70.67	14.89
C-6	Rio Desconocido	6.67	67.03	26.30
C-7	San Sebastián	12.92	69.72	17.36
C-8	Cannan Del Norte	9.07	61.25	29.68
C-9	Mifaro	8.24	8.64	83.13
C-10	Miguel Grau	15.54	55.38	29.08
C-11	Palestina	7.92	81.26	10.82
C-12	Villareal	0.00	19.73	80.27
C-13	Buenos Aires	16.08	8.22	75.70
C-14	Sta Rosa	4.60	10.29	85.11
C-15	Rio Sta. Azope	0.25	76.93	22.81
C-16	V. Sol De Morontaro	9.66	64.43	25.91
C-17	Unión Progreso	0.00	16.65	83.35
C-18	Pto. Prado	5.47	63.79	30.81
C-19	Alto Saureni	0.00	27.11	72.89

Cuadro N° 8. Análisis Granulométrico

5.4.2. Peso Específico

Los suelos ensayados, muestran valores muy similares de acuerdo al contenido de humedad y composición mineral, los valores se dan en gr/cm³:

Ident.	Muestra	gr/cm ³
C-1	Cerro Inca	2.587
C-2	Alto Esperanza	2.552
C-3	Calabaza	2.581
C-4	Hatun Putac	2.599
C-5	Nva Florida	2.592
C-6	Rio Desconocido	2.563
C-7	San Sebastián	2.597
C-8	Cannan Del Norte	2.554
C-9	Mifaro	2.500
C-10	Miguel Grau	2.479
C-11	Palestina	2.571
C-12	Villareal	2.457
C-13	Buenos Aires	2.452
C-14	Sta Rosa	2.440
C-15	Rio Sta. Azope	2.592
C-16	V. Sol De Morontaro	2.566
C-17	Unión Progreso	2.500
C-18	Pto. Prado	2.580
C-19	Alto Saureni	2.519

Cuadro N° 9. Peso específico de suelos

5.4.3. Contenido de Humedad Natural (w)

De acuerdo a los ensayos realizados, se han podido establecer rangos de humedad natural de acuerdo a los tipos de suelos y a la profundidad, pero generalmente son de bajo porcentaje de humedad.

Ident.	Muestra	W %	Wsat. %
C-1	Cerro Inca	8.56	21.20
C-2	Alto Esperanza	9.21	21.04
C-3	Calabaza	10.62	20.25
C-4	Hatun Putac	11.64	18.04
C-5	Nva Florida	10.45	20.71
C-6	Rio Desconocido	10.42	22.83
C-7	San Sebastián	7.98	22.06
C-8	Cannan Del Norte	10.04	20.37
C-9	Miñaro	10.63	21.80
C-10	Miguel Grau	8.81	20.67
C-11	Palestina	9.29	21.19
C-12	Villareal	9.01	20.25
C-13	Buenos Aires	8.50	20.24
C-14	Sta Rosa	10.23	22.30
C-15	Rio Sta. Azope	8.35	21.56
C-16	V. Sol De Morontaro	8.55	22.78
C-17	Unión Progreso	10.03	20.38
C-18	Pto. Prado	10.00	22.83
C-19	Alto Saureni	9.62	21.10

Cuadro N° 10. Humedad Natural de Suelos

5.4.4. Límite de Consistencia

Con las fracciones que pasan el tamiz N° 40, se realizaron ensayos de límites de consistencia de la muestras: determinación de limite liquido (ASTM 423-66), determinación de limite plástico (ASTM D424-59), e índice de plasticidad, dando los resultados siguientes:

Ident.	Muestra	WL (%)	WP (%)	IP (%)	Plasticidad
C-1	Cerro Inca	28.00	18.92	9.08	baja
C-2	Alto Esperanza	26.80	21.90	4.90	baja
C-3	Calabaza	32.90	21.80	11.10	Media
C-4	Hatun Putac	35.00	19.39	15.61	Media
C-5	Florida	35.00	23.20	11.80	Media
C-6	Rio Desconocido	33.80	19.69	14.11	Media
C-7	San Sebastián	34.50	26.40	8.10	baja
C-8	Cannan Del Norte	34.40	23.30	11.10	Media
C-9	Miñaro	43.00	21.67	21.33	Alta
C-10	Miguel Grau	44.50	24.60	19.90	Media
C-11	Palestina	33.00	25.68	7.32	baja
C-12	Villareal - PL1	48.50	24.71	23.79	Alta
C-13	Buenos Aires	42.00	20.80	21.20	Alta
C-14	Pa2 Sta Rosa	45.00	17.35	27.65	Alta
C-15	Rio Sta. Azope	35.20	22.49	12.71	Media
C-16	V. Sol De Morontaro	40.00	20.38	19.62	Media
C-17	Unión Progreso	40.50	21.40	19.10	Media
C-18	Pto. Prado	35.50	25.64	9.86	baja
C-19	Alto Saureni	36.50	19.20	17.30	Media

Cuadro N° 11. Límites de Consistencia de Suelos

5.4.5. Análisis Químico de Suelos

Los resultados obtenidos en el Análisis Químico de Sales Agresivas al Concreto nos indican que existe baja agresividad de los sulfatos al concreto y de los cloruros al fierro; por lo tanto se recomienda si es necesario el uso del cemento Portland Tipo I y/o MS con una buena densificación del Concreto mediante un buen vibrado

Ident.	Muestra	Cloruros	Sulfatos	Sales Solubles Totales	Agresividad	Tipo De Cemento
		% CL^{-}	% SO_4^{-}	% SST		
C-1	Cerro Inca	0.020	0.031	0.220	baja	I
C-2	Alto Esperanza	0.060	0.060	0.250	baja	I
C-3	Calabaza	0.070	0.050	0.300	baja	I
C-4	Hatun Putac	0.040	0.017	0.220	baja	I
C-5	Florida	0.070	0.050	0.580	baja	I
C-6	Rio Desconocido	0.033	0.015	0.190	baja	I
C-7	San Sebastián	0.020	0.005	0.210	baja	I
C-8	Cannan Del Norte	0.010	0.010	0.190	baja	I
C-9	Miñaro	0.040	0.030	0.220	baja	I
C-10	Miguel Grau	0.150	0.080	0.540	Moderada	MS - II
C-11	Palestina	0.025	0.028	0.250	baja	I
C-12	Villareal - PL1	0.120	0.090	0.620	Moderada	MS - II
C-13	Buenos Aires	0.140	0.060	0.690	Moderada	MS - II
C-14	Pa2 Sta Rosa	0.020	0.031	0.310	baja	I
C-15	Rio Sta. Azope	0.033	0.035	0.190	baja	I
C-16	V. Sol De Morontaro	0.020	0.028	0.210	baja	I
C-17	Unión Progreso	0.090	0.110	0.560	Moderada	MS - II
C-18	Pto. Prado	0.120	0.070	0.550	Moderada	MS - II
C-19	Alto Saureni	0.100	0.080	0.680	Moderada	MS - II

Cuadro N° 12. Análisis químico de Suelos

5.5. CLASIFICACION DE LOS SUELOS

De acuerdo a la descripción de cortes y calicatas, análisis granulométricos y límites de consistencia se han determinado y clasificado los tipos de suelos en el área de estudio:

5.5.1. Los Suelos Según su Origen

Los suelos de Satipo, por su material de origen, pueden ser agrupados en tres grupos: suelos fluviales-aluviales recientes, suelos aluviales antiguos y suelos residuales.

5.5.1.1. Suelos de Origen Aluvial Reciente

Comprende a todos los suelos que se ubican adyacentes a los ríos y que reciben continuamente sedimentos o aportes frescos de ellos. Generalmente son los que presentan una mayor vocación agrícola con cultivos adaptados al medio ecológico.

5.5.1.2. Suelos de Origen Aluvial Antiguo

Comprende todos los suelos originados por sedimentos antiguos de los ríos que cruzaron algunas zonas de la provincia y que debido al socavamiento de los cauces o movimientos orogénicos y epirogénicos, han alcanzado alturas que van desde 10 hasta 20 metros, por lo que se les considera como terrazas medias y altas de la zona de estudio. En general son suelos profundos, de textura moderadamente fina a fina, topografía plana a ligeramente ondulada, drenaje bueno a moderado, y de fertilidad natural baja. Debido a la erosión pluvial a que han estado sometidas, estas terrazas medias y altas, se han ido disectando y profundizando poco a poco hasta llegar a formar, en muchos casos, colinas bajas.

5.5.1.3. Suelos Residuales

Comprende todos los suelos que se han originado *"in situ"*, a partir de materiales sedimentarios y heterogéneos del Terciario y Cuaternario (lutitas, limolitas, areniscas y gravas). Debido a diversos fenómenos orogénicos y epirogénicos, han originado colinas y montañas bajas y altas. Los suelos son generalmente

de texturas moderadamente gruesas a fina, profundas a muy superficiales y una topografía abrupta, que le da un moderado a alto potencial erosivo.

5.5.2. Suelos Según su Textura

Los suelos de Satipo, por su textura, pueden ser agrupados como a continuación se detalla.

5.5.2.1. Depósitos Fluviales

Comprende arenas gruesas y media, no consolidadas con proporción de limos y gravas.

5.5.2.2. Depósitos de Derrubios

Estos depósitos comprenden bloques y fragmentos rocosos angulares y subangulares, de baja esfericidad, en matriz arcillosa marrón rojiza, de alta plasticidad, consistencia media a alta.

5.5.2.3. Degradación "in situ"

Esta clasificación comprenden gruss de granito (cascajo), compuestos por arcillitas y arenitas no consolidadas con proporción de limos, generalmente de colores naranjas y rojizos, plasticidad media a alta, consistencia media.

5.5.2.4. Depósito Coluvial

Comprende arcillitas gris claro, de plasticidades medias a alta, medianamente consolidadas intercaladas con niveles de arenitas con proporción de limos y gravas, presencia moderada de sales.

De acuerdo a la mecánica de suelos, se han establecido sistema de clasificación de los suelos **AASHTO** y El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (**USCS**)

De los resultados de granulometría y plasticidad obtenidos de los ensayos de laboratorio, podemos clasificar los suelos como a continuación se detalla:

Ident.	Muestra	IP (%)	% pasa N°200	SUCS	ASSTHO
C-1	Cerro Inca	9.08	27.70	SM-SC	A-2-4
C-2	Alto Esperanza	4.90	18.24	SM	A-2-4
C-3	Calabaza	11.10	17.76	SM-SC	A-2-4
C-4	Hatun Putac	15.61	32.47	SC	A-4
C-5	Nva Florida	11.80	14.89	SC	A-4
C-6	Rio Desconocido	14.11	26.30	SC	A-4
C-7	San Sebastián	8.10	17.36	SM	A-2-4
C-8	Cannan Del Norte	11.10	29.68	SC	A-4
C-9	Miñaro	21.33	83.13	CL-CH	A-6
C-10	Miguel Grau	19.90	29.08	SC	A-4
C-11	Palestina	7.32	10.82	SM	A-2-4
C-12	Villareal	23.79	80.27	CL-CH	A-6
C-13	Buenos Aires	21.20	75.70	CL-CH	A-6
C-14	Sta Rosa	27.65	85.11	CL-CH	A-6
C-15	Rio Sta. Azope	12.71	22.81	SC	A-4
C-16	V. Sol De Morontaro	19.62	25.91	SC	A-4
C-17	Unión Progreso	19.10	83.35	CL	A-6
C-18	Pto. Prado	9.86	30.81	SM-SC	A-2-4
C-19	Alto Saureni	17.30	72.89	CL	A-6

Cuadro N° 13. Clasificación SUCS

5.6. MECÁNICA DE ROCAS

Para verificar y complementar los resultados de la etapa preliminar del estudio geotécnico fue necesario obtener muestras representativas de rocas, en la mayor cantidad de afloramientos naturales con las cuales se

pueda definir la textura, la estructura y la resistencia natural de sus materiales constitutivos.

El cuadro describe las áreas donde se procedió a la toma de datos geotécnicos de rocas.

Ident.	Norte (Utm)	Este (Utm)	Altitud	Ubicación
D-1	8737531	544204	1204	Llaylla
D-2	8748754	523900	1536	Pampa Hermosa
D-3	8751703	521810	1434	Pampa Hermosa
D-4	8726637	519670	2346	Pampa Hermosa
D-5	8720245	523601	3741	Pampa Hermosa
D-6	8722681	526478	3656	Pampa Hermosa
D-7	8783164	527738	668	Rio Negro
D-8	8765260	520842	1099	Rio Negro
D-9	8773893	524302	649	Rio Negro
D-10	8772398	521752	732	Rio Negro
D-11	8776780	543255	1486	Rio Negro
D-12	8778841	544335	1448	Rio Negro
D-13	8774966	536912	1043	Rio Negro
D-14	8767064	524977	971	Rio Negro
D-15	8777558	537140	1245	Rio Negro
D-16	8758047	569935	994	Mazamari
D-17	8764137	524890	1269	Rio Negro
D-18	8775164	533799	936	Rio Negro
D-19	8776328	534817	896	Rio Negro
D-20	8763165	516398	1222	Rio Negro
D-21	8784324	540899	1026	Rio Negro
D-22	8781545	546308	1000	Rio Negro
D-23	8765867	524464	1290	Rio Negro
D-24	8781721	548874	1606	Rio Negro
D-25	8777380	546089	1631	Rio Negro
D-26	8779399	547176	1266	Rio Negro
D-27	8777529	546089	1607	Rio Negro
D-28	8766847	582829	350	Rio Tambo
D-29	8766849	582825	355	Rio Tambo
D-30	8767689	577616	374	Rio Tambo
D-31	8754840	551281	561	Mazamari
D-32	8749120	552554	694	Mazamari
D-33	8740596	564635	1179	Mazamari
D-34	8754851	548545	824	Mazamari

Cuadro N° 14. Ubicación de muestras de rocas.

5.6.1. Litología

Para la delimitación de las unidades litológicas se ha tomado como patrón la litología, el grado de homogeneidad de sus propiedades geotécnicas (rocas y suelo), principalmente su grado de fracturamiento, grado de meteorización y resistencia a la erosión, agrupándolas sin considerar su edad.

De acuerdo a lo mencionado, los principales grupos de suelo y rocas se han agrupado en dos grandes unidades de clasificación: Depósitos inconsolidados, Unidades del substrato rocoso.

5.6.1.1. Depósitos Inconsolidados

Esta unidad agrupa a los depósitos poco o nada coherentes, de extensión y grosor variable, conformados por materiales de litología heterogénea y heterométrica, depositados desde el *Pleistoceno hasta la actualidad*, agrupados en función a su origen.

Para la Provincia de Satipo se diferenciaron siete tipos de materiales no consolidados, que son productos de la meteorización, erosión y posterior acumulación; presentan *morfologías que van desde planas a plano-onduladas hasta acumulaciones de piedemonte con cierto declive*. A esta unidad se le ha denominado como la unidad «I», la cual está acompañada de un número «I-1» que indica la clase de depósito. *De acuerdo a su origen se clasifican en:*

5.6.1.1.1. Depósitos Fluviales

Están conformados por los materiales ubicados en el cauce o lecho de los ríos y/o quebradas, terrazas bajas inundables y llanura de inundación. Son depósitos heterométricos constituidos por bolos, cantos y gravas subredondeados en matriz arenosa o limosa, mezcla de lentes arenosos y areno-limosos; son depósitos inconsolidados a poco consolidados hasta sueltos, fácilmente removibles y su permeabilidad es alta. Geomorfológicamente, están asociados principalmente a

las llanuras de inundación, y son susceptibles a erosión fluvial e inundación periódica.

5.6.1.1.2. Depósitos Aluviales y Proluviales

Conforman las extensas llanuras aluviales y terrazas (altas y medias) a diferentes niveles sobre los valles, ubicadas en las márgenes de los ríos principales y tributarios mayores; son depósitos semiconsolidados, algunos de ellos presentan cierto grado de consolidación, erosionados por los cauces actuales. Estos depósitos generalmente corresponden a una mezcla heterogénea de bolones, gravas y arenas, redondeadas a subredondeadas, así como limos y arcillas; que tienen de regular a buena selección, presentan niveles y estratos diferenciados que evidencian la actividad dinámica fluvial, su permeabilidad es media a alta. Se asocian principalmente a las planicies aluviales o terrazas altas, susceptibles a erosión fluvial (socavamiento en el pie de terrazas), algunos derrumbes y hasta deslizamientos cuando se encuentran conformando márgenes de ríos y quebradas.

Los depósitos proluviales se encuentran formando conos deyección o abanicos. Se originan a partir de la existencia de material detrítico suelto acumulado y, al producirse precipitaciones pluviales intensas se saturan, pierden su estabilidad y se movilizan torrente abajo por las quebradas. Sus depósitos llegan a confundirse muchas veces con las terrazas aluviales; el material que las constituye es heterométrico y mal clasificado, por lo general son subangulosos a subredondeados, englobados en una matriz fina, permeables, medianamente consolidados; son susceptibles a la erosión fluvial, derrumbes y deslizamientos. Geomorfológicamente están asociados directamente a las unidades de abanicos proluvio/ aluviales y abanicos aluvionales.

5.6.1.1.3. Depósitos Coluvio-Deluviales

Esta unidad agrupa depósitos de piedemonte de diferente origen (gravitacional y fluvio-gravitacional), que se

acumulan en vertientes o márgenes de los valles como también en laderas superiores; en muchos casos son resultado de una mezcla de ambos.

Los depósitos coluviales o de caída, se les reconoce por su geometría y son producto de deslizamientos, derrumbes y movimientos complejos, etc., su fuente de origen es cercana. Están conformados por materiales generalmente gruesos, de naturaleza homogénea, heterométricos, mezclados con materiales finos como arena, limo y arcilla como matriz en menor proporción; generalmente se presentan sueltos a muy sueltos, pero pueden presentar algo de consolidación cuando son relativamente más antiguos, dependiendo de la matriz que los engloba.

Los depósitos deluviales están referidos a acumulaciones pequeñas a moderadas de depósitos de vertiente, su origen está asociado generalmente a flujos no canalizados y también a movimientos complejos (derrumbe-flujos o deslizamiento-flujos), que originan pequeños abanicos en su pie. Se les encuentra al pie de laderas y formando pequeños abanicos en su confluencia con valles principales.

En conjunto, por su naturaleza son susceptibles a la erosión pluvial, remoción y generación de flujos de detritos (chorreras y huaycos), y cuando son el resultado de antiguos movimientos en masa son susceptibles a reactivaciones, al realizar modificaciones en sus taludes naturales. Geomorfológicamente están asociados a las unidades de depósitos de vertiente, depósitos de deslizamientos y abanicos deluvio/coluviales.

5.6.1.2. Unidades del Sustrato

Estas unidades han sido divididas de tal forma que se agrupan a las diferentes litologías según su naturaleza, diferenciándose en la región: Rocas intrusivas, rocas sedimentarias, rocas metamórficas, además, sus símbolos pueden estar acompañados de un número según el tipo de litología particular de la cual están compuestas.

5.6.1.2.1 Rocas Intrusivas

Las rocas intrusivas que afloran en la Región tienen una notable presencia, ocupando occidental del área de estudio, se ubican principalmente en la zona de cordillera, conformando plutones, presentan una morfología de montañas y colinas, con pendientes que varían de moderadas a abruptas.

Estas rocas de acuerdo a su morfología, litología, grado de fracturamiento, meteorización e intensidad de erosión, son susceptibles a determinados procesos de movimientos en masa (caída de rocas, derrumbes, reptación y erosión de laderas). La resistencia de estos materiales rocosos varía según la composición, textura y su localización por efectos del clima al que están expuestos; el granito, la roca más común de la familia de las rocas intrusivas tiene una resistencia a la compresión de 100-200 Mpa.

Las rocas ígneas intrusivas que afloran en la región han sido clasificadas en dos subunidades de acuerdo a su litología:

- **Granitos y Monzogranitos:** Afloramientos de topografía moderada a fuerte, de amplia distribución dentro del área de estudio a manera de plutones se encuentran conformando las cadenas montañosas de la Cordillera oriental, con un alineamiento noroeste sureste, se le ha delimitado y definido en el sector noroccidental, en las cadenas montañosas de la Cordillera Oriental. Aflora en los distritos de Rio negro, Laylla y Coviriali.
- **Gabros y dioritas:** Constituyen intrusiones de dimensiones menores con relación a las anteriores, afloran de manera aislada y dispersa, siendo los más representativos los afloramientos en los sectores de Calabaza, Jatun Putac, en Llaylla y Coviriali,

morfológicamente conforman montañas con laderas de moderada pendiente.

5.6.1.2.2. Rocas Sedimentarias

Las rocas sedimentarias tienen amplia distribución, encontrándoseles en el sector este y suroeste de la región de Satipo, generalmente se presentan estructuralmente plegadas y falladas.

Esta unidad ha sido dividida en 4 subunidades, tomando en cuenta la litología predominante de cada subunidad.

- **Calizas; calizas y margas:** Esta subunidad está constituida por secuencias de calizas micríticas, algo dolomíticas bituminosas, intercalaciones de calizas con lutitas; calizas con intercalaciones de cineritas y margas; también lutitas intercaladas con areniscas y calizas grises; calizas margosas nodulares, resistentes a la erosión. Las formaciones representativas que pertenecen a esta subunidad son el Grupo Pucará (formaciones Chambirá, Aramachay y Condorsinga), Copacabana, las formaciones Chonta, Tarma.
- **Areniscas y lutitas:** Esta subunidad está constituida por secuencias de areniscas y lodolitas; areniscas limoarcillitas y lutitas gris oscuras; areniscas cuarzosas intercaladas con lutitas gris oscuras y carbón; areniscas cuarzosas blancas con intercalaciones de limoarcillitas y limonitas. Las formaciones representativas que pertenecen a esta subunidad son el Grupo Oriente, Ambo.
- **Areniscas, limoarcillitas y lodolitas:** Esta subunidad está constituida por areniscas de coloración amarillenta, areniscas, limonitas y lodolitas rojas. Las formaciones representativas que pertenecen a esta subunidad son las formaciones Sarayaquillo, Vivian, Ipururo.

- **Lodolitas y limolitas rojas:** Esta subunidad está constituida por lodolitas, limolitas y areniscas rojo-marrones; areniscas calcáreas intercaladas con limoarcillitas y lutitas grises. Las formaciones representativas que pertenecen a esta subunidad las formaciones Yahuarango y Pozo.
- **Conglomerados, areniscas, lodolitas y lutitas:** Esta subunidad está constituida por secuencias de areniscas rojas friables, margas, lodolitas y conglomerados de color rojo; areniscas y lodolitas; secuencias de conglomerados y areniscas semi conglomerádicas; conglomerados moderadamente cementados. Las formaciones representativas que pertenecen a esta subunidad es la formación Chambirá. Se encuentran conformando montañas, colinas y lomadas disectadas.

5.6.1.2.3. Rocas Metamórficas

Las rocas metamórficas están expuestas en el sector central-occidental de la región Satipo, conformadas por extensos afloramientos del Complejo Marañón con una *orientación NO-SE, desde la localidad de San Rafael hasta Huacrachuco*, en algunos sectores se pueden observar algunos alineamientos, formados por la esquistosidad de las rocas, constituyendo laderas escarpadas. Las formaciones representativas que pertenecen a esta subunidad son el complejo del Marañón y la formación Sandía. Esta unidad ha sido dividida en dos subunidades en donde se ha tomado en cuenta el tipo de litología que las constituye.

- **Esquistos y micaesquistos:** Se encuentran conformando un relieve accidentado irregular con abundante material de escombros en los flancos y laderas, constituido por micaesquistos y esquistos de coloraciones verdes y grises, con vetas de cuarzo. Su

susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa es alta, produciéndose derrumbes, deslizamientos, flujos y reptación. En algunos sectores, por meteorización, generan suelos de espesor potente, suelos residuales de características permeables.

- **Gneís:** Sus afloramientos se encuentran al suroeste de la localidad de Panao, consisten de gneís de mica-cuarzoplagioclasa, gneís de granate-moscovita-biotita y gneís de biotita y moscovita; morfológicamente se encuentran conformando montañas de fuerte pendiente. La susceptibilidad a la ocurrencia de movimientos en masa en esta unidad es baja.

5.6.2. Clasificación Estructural del Macizo Rocoso

Es importante conocer el comportamiento geomecánico de una masa rocosa, para ello se utiliza el sistema de clasificación geomecánica RMR (1989) fue desarrollado por el profesor Z.T. Bieniawski, en el Consejo Sudafricano para la Investigación Científica e industrial (CSIR) en 1973 y fue modificado en 1989.

La clasificación RMR (Rock Mass Rating, o evaluación del macizo rocoso), establecida por Bieniawski en 1979, es la base directa o indirecta de numerosas aplicaciones para el empleo de rocas en rellenos y excavación de túneles.

Esta clasificación geomecánica se basa en el índice RMR "Rock Mass Rating", que da una estimación de la calidad del macizo rocoso, teniendo en cuenta los siguientes factores: Resistencia Compresiva de la roca, Índice de la Calidad de la Roca - RQD, Espaciamiento de Juntas, Condición de Juntas, Presencia de Agua, Corrección por orientación.

Estos factores se cuantifican mediante una serie de parámetros definiéndose unos valores para dichos parámetros, cuya suma, en cada caso nos da el índice de Calidad del RMR que varía entre 0 – 100.

El sistema RMR, cuenta con cinco parámetros básicos. Cada uno de estos parámetros está subdivididos en rangos de aplicación con sus puntuaciones respectivas. El índice, obtenido mediante las calificaciones parciales de los parámetros, que son:

5.6.2.1. Resistencia de Roca Intacta.

Bieniawski basa sus valuaciones en rangos de Resistencia Compresiva Uniaxial de la roca intacta, o de acuerdo al índice de la Carga Puntual (PLT). El valor de la resistencia compresiva se ha obtenido mediante un procedimiento práctico de campo, cuya referencia fue formulada en el libro Geotecnia Para Ingenieros por Alberto J. Martinez Vargas (Vol 1, Lima 1990, tabla N° 2.23, Pag.210).

5.6.2.2. Designación de La Calidad de Roca (RQD).

El RQD, propuesto por DEERE (1967), es de uso frecuente como una medida de la calidad de testigos de perforación, en función del fracturamiento del macizo.

$$RQD = \frac{\text{Longitud de Testigos} > 10 \text{ cm}}{\text{Longitud Total Perforada}}$$

El RQD es definido como la relación porcentual de la suma de las longitudes de testigos exentos de fracturas de 10 cm. a más, respecto a la longitud total perforada.

Cuando no se cuenta con testigos de perforaciones es posible estimar el RQD en un afloramiento rocoso haciendo uso de la siguiente relación propuesta por Barton et. en (1974).

Donde: J_v = N° de discontinuidades / m³ de roca.

$$RQD = 115 - 3.3J_v$$

5.6.2.3. Espaciamiento de Discontinuidades

Para esta característica del macizo rocoso, Bieniawski en su clasificación RMR modificada de 1979, considera los rangos recomendados por la Sociedad Internacional de Mecánica de Rocas.

5.6.2.4. Estado De Las Discontinuidades

Para la evaluación de este parámetro, toma en cuenta la separación o abertura de la discontinuidad, extensión, rugosidad y grado de alteración de las paredes, y el tipo de material de relleno.

5.6.2.5. Condiciones de Aguas Subterráneas

Toma en consideración la influencia del flujo de agua subterránea en rangos de flujo observado, la relación de la presión del agua en las discontinuidades con el esfuerzo principal mayor, o por alguna observación cualitativa general de las condiciones del agua subterránea. En nuestro caso, para los efectos de valuación de este parámetro se ha considerado que no existe presión hidrostática.

5.6.3. Determinación de RMR Y Parámetros De Resistencia

Para tener el conocimiento del macizo rocoso se utilizó la Clasificación Geomecánica de Bieniawski, que nos determinarán la calidad de las rocas, cuya finalidad es dividir al macizo rocoso en dominios estructurales, cada uno de ellos tendrán características similares, como: Litología, espaciado de juntas, entre otros. Los límites de un dominio estructural pueden coincidir con rasgos geológicos, tales como fallas o diques.

Para la determinación de la valoración del macizo rocoso basado en la clasificación geomecánica de Bieniawski se utilizó una hoja de cálculo en Excel 2013, los parámetros de evaluación se indican en los cuadros siguientes.

Ubicación	Resistencia	RQD	Fracturación	Condición Hidrogeológica	RMR	Clase	Calidad	Índice Geológico	Grado de Meteorización
Alto Esperanza	Muy Baja	Muy mala	Intensamente	Seca	16.0	V	Muy Mala	R2	Completamente
Candamo	Baja	Mala	Muy fract.	Seca	26.0	IV	Mala	R3	Fuertemente
Nueva Florida	Media	Media	Fracturada	Seca	53.0	III	Regular	R4	Moderadamente
Calabaza	Media	Media	Fracturada	Seca	58.0	III	Regular	R4	Moderadamente
Hantuc Putac	Muy Baja	Muy mala	Intensamente	Seca	16.0	V	Muy Mala	R2	Completamente
Hantuc Putac	Media	Media	Fracturada	Seca	43.0	III	Regular	R4	Moderadamente
Boca De Ipoki	Baja	Mala	Muy fract.	Seca	26.0	IV	Mala	R3	Fuertemente
Centro Huahuani	Media	Media	Fracturada	Seca	53.0	III	Regular	R4	Moderadamente
Ipokiani	Media	Media	Fracturada	Seca	58.0	III	Regular	R4	Moderadamente
Ambitarini	Muy Baja	Muy mala	Intensamente	Seca	16.0	V	Muy Mala	R2	Completamente
Los Olivos	Media	Media	Fracturada	Seca	43.0	III	Regular	R4	Moderadamente
Pitucuna	Media	Media	Fracturada	Seca	48.0	III	Regular	R4	Moderadamente
Rio Chari Centro	Media	Media	Fracturada	Seca	57.0	III	Regular	R4	Moderadamente
San Cristóbal	Muy Baja	Muy mala	Intensamente	Seca	16.0	V	Muy Mala	R2	Completamente
CN. Sauraki	Muy Baja	Muy mala	Intensamente	Seca	16.0	V	Muy Mala	R2	Completamente
Alto Piotoa	Media	Media	Fracturada	Seca	45.0	III	Regular	R4	Moderadamente
Villa Cafetal	Media	Media	Fracturada	Seca	41.0	III	Regular	R4	Moderadamente
Villa Jesús	Media	Media	Fracturada	Seca	43.0	III	Regular	R4	Moderadamente
Villa Jesús	Muy Baja	Muy mala	Intensamente	Seca	16.0	V	Muy Mala	R2	Completamente
Villa Sol De Morontano	Media	Media	Fracturada	Seca	45.0	III	Regular	R4	Moderadamente
Vista Alegre	Baja	Mala	Muy fract.	Seca	36.0	IV	Mala	R3	Fuertemente
Villareal	Muy Baja	Muy mala	Intensamente	Seca	16.0	V	Muy Mala	R2	Completamente

Alto Huahuari	Muy Baja	Muy mala	Intensamente	Seca	16.0	V	Muy Mala	R2	Completamente
Pueblo Libre	Media	Media	Fracturada	Seca	45.0	III	Regular	R4	Moderadamente
Mirador	Media	Media	Fracturada	Seca	48.0	III	Regular	R4	Moderadamente
Pueblo Libre Alto	Muy Baja	Muy mala	Intensamente	Seca	16.0	V	Muy Mala	R2	Completamente
Pampa Tigre	Media	Media	Fracturada	Seca	48.0	III	Regular	R4	Moderadamente
Pto Prado	Muy Baja	Muy mala	Intensamente	Seca	16.0	V	Muy Mala	R2	Completamente
Pto Prado	Media	Media	Fracturada	Seca	41.0	III	Regular	R4	Moderadamente
Pto. Prado	Muy Baja	Muy mala	Intensamente	Seca	16.0	V	Muy Mala	R2	Completamente
Santa Guillemina	Baja	Mala	Muy fract.	Seca	36.0	IV	Mala	R3	Fuertemente
Boca Capiushari	Baja	Mala	Muy fract.	Seca	28.0	IV	Mala	R3	Fuertemente
San Luis	Baja	Mala	Muy fract.	Seca	35.0	IV	Mala	R3	Fuertemente
Bella Unión	Media	Media	Fracturada	Seca	54.0	III	Regular	R4	Moderadamente

Cuadro N°15. Características geomecánica de rocas muestreadas

5.7. ANÁLISIS DE LA CIMENTACION

5.7.1. Tipo de Cimentación

El presente proyecto de tesis considera entre sus objetivos, realizar un análisis de cimentación en esta área de estudio, donde se pretende cimentar postes de electrificación rural de alturas variables.

5.7.2. Profundidad de Cimentación

Basado en los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, perfiles y registros estratigráficos, característica de la estructura B = 1.00 m., se recomienda cimentar en terrenos estables natural o de terraplén estabilizado, una profundidad de cimentación mínima para postes de

concreto de $AE = L/10$, y para postes de madera de $AE = h \cdot 10\% + 0.60$ con respecto a la cota del terreno natural.

Para el cálculo se consideran los siguientes datos:

Poste de concreto **$AE = L/10$**

- $L = 8$ $AE = 0.80 \text{ m.}$
- $L = 11$ $AE = 1.10 \text{ m.}$
- $L = 12$ $AE = 1.20 \text{ m.}$

Poste de Madera **$AE = h \cdot 10\% + 0.60$**

- $h = 8$ $AE = 1.40 \text{ m.}$
- $h = 11$ $AE = 1.70 \text{ m.}$
- $h = 12$ $AE = 1.80 \text{ m.}$

5.7.3. Cálculo de la Capacidad Portante en Suelos

En el análisis de cimentación se debe considerar, los parámetros de ángulo de rozamiento interno (ϕ), compacidad del suelo, densidad relativa, peso volumétrico, ancho de la zapata y la profundidad de la cimentación.

Así mismo en suelos arenosos deberá estudiarse los problemas de asentamientos relativos.

5.7.3.1. Teoría de Terzaghi

Para el instante de falla el Dr. Terzaghi presentó la ecuación siguiente que sirve para determinar la capacidad de carga límite de una cimentación corrida o continua para falla por corte general:

$$q_d = c \cdot N_c + \delta \cdot D_f \cdot N_q + 0.5 \delta \cdot B \cdot N_\phi$$

Que representa la capacidad de carga límite de la cimentación, siendo N_c , N_q y N_ϕ coeficientes sin dimensión que dependen únicamente del ángulo de fricción interna del suelo y se llama factores de capacidad de carga debidos a la cohesión, a la sobrecarga y al peso del suelo, respectivamente.

Para el caso de corte local y punzonamiento el Dr. Terzaghi corrigió su fórmula para corte general así:

$$q_d = c' \cdot N'_c + \delta \cdot D_f N'_q + 0.5 \delta \cdot B \cdot N'_\delta$$

El Dr. Terzaghi modificó a base de resultados experimentales su fórmula fundamental para cimentaciones cuadradas y circulares, *presentando las siguientes fórmulas empíricas:*

- Para zapatas cuadradas y corte general:

$$q_d = 1.3 c N_c + \delta_1 \cdot D_f \cdot N_q + 0.4 \delta_2 \cdot B \cdot N_\delta$$

- Para zapatas cuadradas y corte local o punzonamiento:

$$q_d = 1.3 c' N'_c + \delta_1 \cdot D_f \cdot N'_q + 0.4 \delta_2 \cdot B \cdot N'_\delta \quad (\text{donde } c' = 2/3c)$$

$$q_d = 0.867 c' N'_c + \delta_1 \cdot D_f \cdot N'_q + 0.4 \gamma_2 \cdot B \cdot N'_\delta$$

- Para zapatas continua y corte local o punzonamiento:

$$q_d = 2/3 c' N'_c + \delta_1 \cdot D_f \cdot N'_q + 0.4 \delta_2 \cdot B \cdot N'_\delta$$

- Para zapatas circulares y corte general:

$$q_d = 1.3 c N_c + \delta_1 \cdot D_f \cdot N_q + 0.6 \delta_2 \cdot R \cdot N_\delta$$

- Para zapatas circulares y corte local y punzonamiento:

$$q_d = 1.3 c' N'_c + \delta_1 \cdot D_f \cdot N'_q + 0.6 \delta^2 R \cdot N'_\delta$$

- Para zapatas cuadradas colocadas sobre arcillas blandas, es decir cuando su ángulo de fricción interna se considere igual a cero, el valor el valor de N'_c es de 5.7, el de N'_q es de 1 y el de N'_δ de 0, por lo que la expresión para zapatas cuadradas en este caso queda así:

$$q_d = 1.3 c' (5.7) + \delta \cdot D_f (1) \quad \text{ó} \quad 7.4c' + \delta \cdot D_f$$

Donde:

δ_1 : Peso volumétrico (gr/cm³) encima de la zapata

δ_2 : Peso volumétrico (gr/cm³) debajo de la zapata

Q_d : capacidad de carga limite (kgr/cm²)

B : ancho de zapata o cimiento (m)

D_f : profundidad de cimentación (m)

C : cohesión kg/cm²

C' : 2/3 cohesión

Angulo de rozamiento interno (grados)

Sector	Suelo SUCS	γ_1 Kg/cm ³	γ_2 Kg/cm ³	γ_s Kg/cm ³	c Tn/m ²	ϕ	N_c	N_q	N_{ϕ}
Cerro Inca	SM-SC	1.729	1.729	1.005	0.200	27.740	25.302	14.306	16.099
Alto Esperanza	SM-SC	1.737	1.737	0.985	0.250	28.320	26.439	15.248	17.512
Calabaza	SC	1.778	1.778	1.012	0.320	30.550	31.499	19.591	24.307
Hatun Putac	SC	1.907	1.907	1.049	0.200	31.100	32.939	20.870	26.386
Nva Florida	SC	1.754	1.754	1.014	0.400	27.740	25.302	14.306	16.099
Rio Desconocido	SC	1.652	1.652	0.973	0.200	28.320	26.439	15.248	17.512
San Sebastián	SC	1.687	1.687	1.003	0.320	26.580	23.213	12.614	13.623
Cannan Del Norte	SM-SC	1.771	1.771	0.993	0.200	28.880	27.602	16.225	19.002
Mifiaro	CL	1.699	1.699	0.944	4.000	7.310	7.270	1.933	0.752
Miguel Grau	CL	1.756	1.756	0.942	3.500	10.180	8.424	2.513	1.262
Palestina	SM-SC	1.729	1.729	0.995	0.280	26.580	23.213	12.614	13.623
Villareal	CL	1.778	1.778	0.933	4.500	9.470	8.117	2.354	1.119

Buenos Aires	CL	1.779	1.779	0.930	4.500	7.310	7.270	1.933	0.752
Sta Rosa	CL	1.676	1.676	0.902	4.000	7.310	7.270	1.933	0.752
Rio Sta. Azope	SC	1.711	1.711	1.005	0.350	24.180	19.566	9.785	9.685
V. Sol De Morontaro	SM-SC	1.654	1.654	0.976	0.350	24.180	19.566	9.785	9.685
Unión Progreso	CL	1.771	1.771	0.959	3.800	8.030	7.539	2.064	0.864
Pto. Prado	SC	1.652	1.652	0.984	0.350	24.180	11.600	9.785	9.685
Alto Saureni	CL	1.734	1.734	0.964	3.200	11.600	9.086	2.865	1.587

Cuadro N° 16 Parámetros de capacidad de carga en suelos

5.7.3.2. Capacidad Portante (Q_d) Suelos

Con los datos obtenidos en el ensayo de compacidad relativa y en la condición más desfavorable y aplicando la Teoría de Karl Terzaghi y corroborado por Meryerhoft para cimentaciones superficiales, se tiene:

Factores dependientes del ángulo de fricción para suelo areno-arcilloso:

5.7.3.3. Capacidad Admisible (Q_{adm})

Como se ha podido observar, el valor de q_d es el esfuerzo límite mas no el esfuerzo admisible o de diseño de la cimentación. Terzaghi recomienda para q_{adm} un factor de seguridad no menor de tres. Denominado también como "Carga de Trabajo" y "Presión de Diseño", es la capacidad admisible del terreno que se deberá usar como parámetro de diseño de la estructura:

$$Q_{adm} = Q_d / F_s$$

Donde:

Q_{adm} : capacidad admisible (kgr/cm^2)

Q_d : capacidad de carga limite (kgr/cm^2)

F_s : Factor de seguridad, que toma en consideración lo siguiente

- Variaciones naturales en la resistencia al corte de los suelos.
- Las incertidumbres que como es lógico, contienen los métodos o fórmulas para la determinación de la capacidad ultima del suelo.
- Disminuciones locales menores que se producen en la capacidad de carga de los suelos colapsibles, durante o *después de la construcción*.
- Excesivo asentamiento en suelos compresibles que haría fluir el suelo cuando este está próximo a la carga critica a la rotura por corte.

Por lo expuesto adoptaremos F_s igual a 3 valor establecido para estructuras permanentes.

Reemplazando se obtienen los siguientes datos:

Ubicación	Falla General			Falla Local $\sigma' = 2/3 \sigma$		
	Qd tn/m ²	Qadm		Qd tn/m ²	Qadm	
		tn/m ²	kg/cm ²		tn/m ²	kg/cm ²
Cerro Inca	43.06	14.35	1.44	28.71	9.57	0.96
Alto Esperanza	48.03	16.01	1.60	32.02	10.67	1.07
Calabaza	66.89	22.30	2.23	44.60	14.87	1.49
Hatun Putac	70.60	23.53	2.35	47.07	15.69	1.57
Nva Florida	50.16	16.72	1.67	33.44	11.15	1.11
Rio Desconocido	44.38	14.79	1.48	29.59	9.86	0.99
San Sebastián	40.47	13.49	1.35	26.98	8.99	0.90
Cannan Del Norte	50.37	16.79	1.68	33.58	11.19	1.12
Miflaro	41.20	13.73	1.37	27.47	9.16	0.92
Miguel Grau	43.19	14.40	1.44	28.79	9.60	0.96
Palestina	40.04	13.35	1.33	26.69	8.90	0.89
Villareal	52.03	17.34	1.73	34.68	11.56	1.16
Buenos Aires	46.08	15.36	1.54	30.72	10.24	1.02
Sta Rosa	41.15	13.72	1.37	27.43	9.14	0.91
Rio Sta. Azope	32.24	10.75	1.07	21.49	7.16	0.72
V. Sol De Morontaro	31.46	10.49	1.05	20.98	6.99	0.70
Unión Progreso	41.08	13.69	1.37	27.39	9.13	0.91
Pto. Prado	27.81	9.27	0.93	18.54	6.18	0.62
Alto Saureni	43.42	14.47	1.45	28.95	9.65	0.96

Cuadro N° 17 Capacidad admisible, postes de h=8m

Ubicación	Falla General			Falla Local $\sigma' = 2/3 \sigma$		
	Qd tn/m ²	Qadm		Qd tn/m ²	Qadm	
		tn/m ²	kg/cm ²		tn/m ²	kg/cm ²
Cerro Inca	50.48	16.83	1.68	33.65	11.22	1.12
Alto Esperanza	55.97	18.66	1.87	37.32	12.44	1.24
Calabaza	77.34	25.78	2.58	51.56	17.19	1.72
Hatun Putac	82.54	27.51	2.75	55.03	18.34	1.83
Nva Florida	57.69	19.23	1.92	38.46	12.82	1.28
Rio Desconocido	51.94	17.31	1.73	34.62	11.54	1.15
San Sebastián	46.86	15.62	1.56	31.24	10.41	1.04
Cannan Del Norte	58.99	19.66	1.97	39.33	13.11	1.31
Mifíaro	42.18	14.06	1.41	28.12	9.37	0.94
Miguel Grau	44.51	14.84	1.48	29.67	9.89	0.99
Palestina	46.58	15.53	1.55	31.05	10.35	1.04
Villareal	53.28	17.76	1.78	35.52	11.84	1.18
Buenos Aires	47.11	15.70	1.57	31.41	10.47	1.05
Sta Rosa	42.12	14.04	1.40	28.08	9.36	0.94
Rio Sta. Azope	37.26	12.42	1.24	24.84	8.28	0.83
V. Sol De Morontaro	36.32	12.11	1.21	24.21	8.07	0.81
Unión Progreso	42.18	14.06	1.41	28.12	9.37	0.94
Pto. Prado	32.66	10.89	1.09	21.77	7.26	0.73
Alto Saureni	44.91	14.97	1.50	29.94	9.98	1.00

Cuadro N° 18 Capacidad admisible, postes de h=11m

Ubicación	Falla General			Falla Local $\square' = 2/3 \square$		
	Qd tn/m2	Qadm		Qd tn/m2	Qadm	
		tn/m2	kg/cm2		tn/m2	kg/cm2
Cerro Inca	52.95	17.65	1.77	35.30	11.77	1.18
Alto Esperanza	58.62	19.54	1.95	39.08	13.03	1.30
Calabaza	80.82	26.94	2.69	53.88	17.96	1.80
Hatun Putac	86.52	28.84	2.88	57.68	19.23	1.92
Nva Florida	60.20	20.07	2.01	40.13	13.38	1.34
Rio Desconocido	54.46	18.15	1.82	36.30	12.10	1.21
San Sebastián	48.98	16.33	1.63	32.66	10.89	1.09
Cannan Del Norte	61.86	20.62	2.06	41.24	13.75	1.37
Miñaro	42.51	14.17	1.42	28.34	9.45	0.94
Miguel Grau	44.95	14.98	1.50	29.97	9.99	1.00
Palestina	48.76	16.25	1.63	32.51	10.84	1.08
Villareal	53.70	17.90	1.79	35.80	11.93	1.19
Buenos Aires	47.46	15.82	1.58	31.64	10.55	1.05
Sta Rosa	42.45	14.15	1.41	28.30	9.43	0.94
Rio Sta. Azope	38.94	12.98	1.30	25.96	8.65	0.87
V. Sol De Morontaro	37.94	12.65	1.26	25.29	8.43	0.84
Unión Progreso	42.55	14.18	1.42	28.36	9.45	0.95
Pto. Prado	34.27	11.42	1.14	22.85	7.62	0.76
Alto Saureni	45.41	15.14	1.51	30.27	10.09	1.01

Cuadro N° 19 Capacidad admisible, postes de h=12m

5.8. CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS

Para el análisis de cimentaciones tenemos los llamados Asentamientos Totales y los Asentamientos Diferenciales, de los cuales los asentamientos diferenciales son los que podrían comprometer la seguridad de la estructura si sobrepasa lo que dice la Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones, que es el asentamiento máximo tolerable para estructuras de este tipo.

La presión admisible por asentamiento, es aquella que al ser aplicada por una cimentación de tamaño específico, produce un asentamiento tolerable por la estructura, que en nuestro caso, no debe sobrepasar 1" (2.54 cm). El asentamiento elástico inicial según la teoría de la elasticidad (Lambe y Withman, 1969) puede determinarse por medio de la siguiente relación:

$$S_i = \frac{qB(1-\mu^2)}{E_s} I_f$$

Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron asumidas a partir de tablas publicadas con valores para el tipo de suelo existente donde ira desplantada la cimentación.

Los cálculos de asentamiento se han realizado considerando cimentación rígida y flexible, se considera además que los esfuerzos transmitidos son iguales a la capacidad admisible de carga

En el análisis de Asentamiento se ha considerado los valores en base a la caracterización geotécnica y estado de compacidad del suelo más desfavorable recomendados por J. Bowles; y estos son:

Reemplazando se obtienen los siguientes datos:

Nº	Ubicación	B Circular m	q Tn/m ²	C. Flexible central Circular	C. Rígida Circular
C-1	Cerro Inca	0.50	9.57	4.019	4.762
C-2	Alto Esperanza	0.50	10.67	0.500	0.593
C-3	Calabaza	0.50	14.87	6.243	7.398
C-4	Hatun Putac	0.50	15.69	6.589	7.808
C-5	Nva Florida	0.50	11.15	4.682	5.548
C-6	Rio Desconocido	0.50	9.86	4.142	4.908
C-7	San Sebastián	0.50	8.99	3.777	4.476
C-8	Cannan Del Norte	0.50	11.19	4.701	5.570
C-9	Miñaro	0.50	9.16	3.845	4.557
C-10	Miguel Grau	0.50	9.60	0.450	0.533
C-11	Palestina	0.50	8.90	3.737	4.428
C-12	Villareal	0.50	11.56	4.856	5.754
C-13	Buenos Aires	0.50	10.24	4.301	5.097
C-14	Sta Rosa	0.50	9.14	3.841	4.551
C-15	Rio Sta. Azope	0.50	7.16	3.009	3.566
C-16	V. Sol De Morontaro	0.50	6.99	2.937	3.480
C-17	Unión Progreso	0.50	9.13	3.834	4.544
C-18	Pto. Prado	0.50	6.18	2.595	3.075
C-19	Alto Saureni	0.50	9.65	4.053	4.802

Cuadro Nº 20 Valores de asentamiento admisible

5.9. CAPACIDAD PORTANTE EN ROCAS

Los métodos utilizados para diseñar zapatas en roca deberán considerar la presencia, orientación y condición de las discontinuidades, perfiles de meteorización y otros perfiles similares según sean aplicables a cada predio en particular.

Para las zapatas en roca competente puede que sea aplicable confiar en análisis simples y directos basados en las resistencias a la compresión uniaxial de la roca y el RQD. Roca competente se define como una masa de roca con discontinuidades cuya abertura es menor o igual que 3,2 mm. Para las zapatas en roca menos competente se deberán realizar investigaciones y análisis más detallados para tomar en cuenta los efectos de la meteorización y la presencia y condición de las discontinuidades.

La capacidad de carga nominal de la roca se puede determinar utilizando una correlación empírica con el Sistema de Clasificación Geomecánico de las Masas Rocosas, RMR, o con el Sistema de Clasificación de las Masas de Roca del Instituto Geotécnico Noruego, NGI. Al utilizar estos procedimientos semiempíricos se deberán considerar las experiencias locales.

5.9.1. Cimentación Circular

Para el cálculo de la cimentación circular, se considera la formula siguiente:

$$Q_r = S_c \cdot c \cdot N_c + s N_q + 1/2 \cdot S_g \cdot g \cdot B \cdot N_g$$

Donde:

Q_r	Peso volumétrico natural
s	Ángulo de fricción interna
B	Radio de cimientto
c	Cohesión aparente (1/2 q _U)
D_f	Profundidad de cimentación, D _f = h/10 m. h = 8.0 m. = 0.80 m. h = 11.0 m. = 1.10 m. h = 12.0 m. = 1.20 m
Q_r	Presión de rotura del terreno
Q_{adm}	Capacidad de carga admisible
F_s	Factor de seguridad (3)
Q_{adm}	Q _d / F _s
N_g, N_c, N_q	Factor de piso, cohesión y de sobrecarga
S_c, S_g	Factor de forma Sower (1979) ≈ 1.3, 0.6

En los cuadros siguientes se muestran los resultados de RMR y capacidad de carga considerando longitudes de postes de 8m, 11m, 12m:

Ubicación	RMR	γ_1 kN/m ³	c kPa	ϕ	Nc	Nq	N ϕ	ϕ kPa
Alto Esperanza	16.0	15.0	200	25	30.4	15.0	16.0	12.0
Candamo	26.0	17.0	225	25	30.4	15.0	16.0	13.6
Nueva Florida	53.0	18.0	250	30	45.0	27.0	28.0	14.4
Calabaza	58.0	18.0	250	30	45.0	27.0	28.0	14.4
Hantuc Putac	16.0	15.0	200	25	30.4	15.0	16.0	12.0
Hantuc Putac	43.0	17.0	225	25	30.4	15.0	16.0	13.6
Boca De Ipoki	26.0	17.0	200	25	30.4	15.0	16.0	13.6
Centro Huahuari	53.0	18.0	250	30	45.0	27.0	28.0	14.4
Ipokiari	58.0	18.0	250	30	45.0	27.0	28.0	14.4
Ambitarini	16.0	15.0	200	25	30.4	15.0	16.0	12.0
Los Olivos	43.0	17.0	200	25	30.4	15.0	16.0	13.6
Pitucuna	48.0	17.0	250	30	45.0	27.0	28.0	13.6
Rio Chari Centro	57.0	18.0	250	30	45.0	27.0	28.0	14.4
San Cristóbal Alto Cheni	16.0	15.0	200	25	30.4	15.0	16.0	12.0
Cn Sauraki	16.0	15.0	200	25	30.4	15.0	16.0	12.0
Alto Piotoa	45.0	18.0	250	30	45.0	27.0	28.0	14.4
Villa Cafetal	41.0	18.0	250	30	45.0	27.0	28.0	14.4
Villa Jesús	43.0	18.0	250	30	45.0	27.0	28.0	14.4
Villa Jesús	16.0	15.0	200	25	30.4	15.0	16.0	12.0
Villa Sol De Morontano	45.0	18.0	250	30	45.0	27.0	28.0	14.4
Vista Alegre	36.0	17.0	200	25	30.4	15.0	16.0	13.6
Villareal	16.0	15.0	200	25	30.4	15.0	16.0	12.0
Alto Huahuari	16.0	15.0	200	25	30.4	15.0	16.0	12.0
Pueblo Libre	45.0	17.0	250	30	45.0	27.0	28.0	13.6
Mirador	48.0	17.0	250	30	45.0	27.0	28.0	13.6
Pueblo Libre Alto	16.0	15.0	200	25	30.4	15.0	16.0	12.0
Pampa Tigre	48.0	18.0	250	30	45.0	27.0	28.0	14.4
Pto Prado	16.0	15.0	200	25	30.4	15.0	16.0	12.0
Pto Prado	41.0	17.0	250	30	45.0	27.0	28.0	13.6
Pto. Prado	16.0	15.0	200	25	30.4	15.0	16.0	12.0
Santa Guillermina	36.0	17.0	200	25	30.4	15.0	16.0	13.6
Boca Capirushari	28.0	17.0	200	25	30.4	15.0	16.0	13.6
San Luis	35.0	17.0	200	25	30.4	15.0	16.0	13.6
Bella Unión	54.0	18.0	250	30	45.0	27.0	28.0	14.4

Cuadro N° 21. Parámetros de capacidad de carga (RMR)

Ubicación	Df m	B m	Qr kPa	Qr _{ut} kPa	Qr _{adm}	
					kPa	kg/cm2
Alto Esperanza	0.8	1.0	8143.4	208.5	77.5	0.76
Candamo	0.8	1.0	9163.5	619.4	215.5	2.11
Nueva Florida	0.8	1.0	15165.0	4259.8	1429.5	14.02
Calabaza	0.8	1.0	15165.0	5101.5	1710.1	16.77
Hantuc Putac	0.8	1.0	8143.4	208.5	77.5	0.76
Hantuc Putac	0.8	1.0	9163.5	1694.3	573.8	5.63
Boca De Ipoki	0.8	1.0	8176.9	552.8	193.3	1.90
Centro Huahuari	0.8	1.0	15165.0	4259.8	1429.5	14.02
Ipokiarí	0.8	1.0	15165.0	5101.5	1710.1	16.77
Ambitarini	0.8	1.0	8143.4	208.5	77.5	0.76
Los Olivos	0.8	1.0	8176.9	1511.9	513.0	5.03
Pitucuna	0.8	1.0	15135.0	3487.1	1171.4	11.49
Rio Chari Centro	0.8	1.0	15165.0	4927.1	1652.0	16.20
San Cristóbal Alto Cheni	0.8	1.0	8143.4	208.5	77.5	0.76
Cn Sauraki	0.8	1.0	8143.4	208.5	77.5	0.76
Alto Piotoa	0.8	1.0	15165.0	3070.9	1033.2	10.13
Villa Cafetal	0.8	1.0	15165.0	2549.2	859.3	8.43
Villa Jesús	0.8	1.0	15165.0	2804.0	944.3	9.26
Villa Jesús	0.8	1.0	8143.4	208.5	77.5	0.76
Villa Sol De Morontano	0.8	1.0	15165.0	3070.9	1033.2	10.13
Vista Alegre	0.8	1.0	8176.9	1059.7	362.3	3.55
Villareal	0.8	1.0	8143.4	208.5	77.5	0.76
Alto Huahuari	0.8	1.0	8143.4	208.5	77.5	0.76
Pueblo Libre	0.8	1.0	15135.0	3064.8	1030.7	10.11
Mirador	0.8	1.0	15135.0	3487.1	1171.4	11.49
Pueblo Libre Alto	0.8	1.0	8143.4	208.5	77.5	0.76
Pampa Tigre	0.8	1.0	15165.0	3494.0	1174.3	11.52
Pto Prado	0.8	1.0	8143.4	208.5	77.5	0.76
Pto Prado	0.8	1.0	15135.0	2544.2	857.1	8.41
Pto. Prado	0.8	1.0	8143.4	208.5	77.5	0.76
Santa Guillermina	0.8	1.0	8176.9	1059.7	362.3	3.55
Boca Capirushari	0.8	1.0	8176.9	641.1	222.8	2.18
San Luis	0.8	1.0	8176.9	1001.7	343.0	3.36
Bella Unión	0.8	1.0	15165.0	4422.1	1483.6	14.55

Cuadro N° 22 Capacidad de carga Postes L=8.0m.

Ubicación	Df m	B m	Qr kPa	Qr _{ult} kPa	Qr _{adm}	
					kPa	kg/cm2
Alto Esperanza	1.1	1.0	8210.7	210.2	81.1	0.79
Candamo	1.1	1.0	9239.7	624.6	220.7	2.16
Nueva Florida	1.1	1.0	15310.8	4300.8	1446.8	14.19
Calabaza	1.1	1.0	15310.8	5150.6	1730.1	16.97
Hantuc Putac	1.1	1.0	8210.7	210.2	81.1	0.79
Hantuc Putac	1.1	1.0	9239.7	1708.4	581.9	5.71
Boca De Ipoki	1.1	1.0	8253.2	557.9	198.4	1.95
Centro Huahuari	1.1	1.0	15310.8	4300.8	1446.8	14.19
Ipokiari	1.1	1.0	15310.8	5150.6	1730.1	16.97
Ambitarini	1.1	1.0	8210.7	210.2	81.1	0.79
Los Olivos	1.1	1.0	8253.2	1526.0	521.1	5.11
Pitucuna	1.1	1.0	15272.7	3518.8	1185.4	11.62
Rio Chari Centro	1.1	1.0	15310.8	4974.5	1671.4	16.39
San Cristóbal Alto Cheni	1.1	1.0	8210.7	210.2	81.1	0.79
Cn Sauraki	1.1	1.0	8210.7	210.2	81.1	0.79
Alto Piotoa	1.1	1.0	15310.8	3100.4	1046.7	10.26
Villa Cafetal	1.1	1.0	15310.8	2573.7	871.1	8.54
Villa Jesús	1.1	1.0	15310.8	2831.0	956.9	9.38
Villa Jesús	1.1	1.0	8210.7	210.2	81.1	0.79
Villa Sol De Morontano	1.1	1.0	15310.8	3100.4	1046.7	10.26
Vista Alegre	1.1	1.0	8253.2	1069.6	369.0	3.62
Villareal	1.1	1.0	8210.7	210.2	81.1	0.79
Alto Huahuari	1.1	1.0	8210.7	210.2	81.1	0.79
Pueblo Libre	1.1	1.0	15272.7	3092.7	1043.4	10.23
Mirador	1.1	1.0	15272.7	3518.8	1185.4	11.62
Pueblo Libre Alto	1.1	1.0	8210.7	210.2	81.1	0.79
Pampa Tigre	1.1	1.0	15310.8	3527.6	1189.1	11.66
Pto Prado	1.1	1.0	8210.7	210.2	81.1	0.79
Pto Prado	1.1	1.0	15272.7	2567.3	868.2	8.51
Pto. Prado	1.1	1.0	8210.7	210.2	81.1	0.79
Santa Guillermina	1.1	1.0	8253.2	1069.6	369.0	3.62
Boca Capirushari	1.1	1.0	8253.2	647.1	228.2	2.24
San Luis	1.1	1.0	8253.2	1011.0	349.5	3.43
Bella Unión	1.1	1.0	15310.8	4464.6	1501.4	14.72

Cuadro N° 23 Capacidad de carga Postes L=11.0m.

Ubicación	Df m	B m	Qr kPa	Qr _{ult} kPa	Qr _{adm}	
					kPa	kg/cm ²
Alto Esperanza	1.2	1.0	8233.2	210.8	82.3	0.81
Candamo	1.2	1.0	9265.2	626.3	222.4	2.18
Nueva Florida	1.2	1.0	15359.4	4314.5	1452.6	14.24
Calabaza	1.2	1.0	15359.4	5166.9	1736.7	17.03
Hantuc Putac	1.2	1.0	8233.2	210.8	82.3	0.81
Hantuc Putac	1.2	1.0	9265.2	1713.1	584.6	5.73
Boca De Ipoki	1.2	1.0	8278.7	559.6	200.1	1.96
Centro Huahuari	1.2	1.0	15359.4	4314.5	1452.6	14.24
Ipokiari	1.2	1.0	15359.4	5166.9	1736.7	17.03
Ambitarini	1.2	1.0	8233.2	210.8	82.3	0.81
Los Olivos	1.2	1.0	8278.7	1530.7	523.8	5.14
Pitucuna	1.2	1.0	15318.6	3529.4	1190.1	11.67
Rio Chari Centro	1.2	1.0	15359.4	4990.3	1677.8	16.45
San Cristóbal Alto Cheni	1.2	1.0	8233.2	210.8	82.3	0.81
Cn Sauraki	1.2	1.0	8233.2	210.8	82.3	0.81
Alto Piotoa	1.2	1.0	15359.4	3110.3	1051.2	10.31
Villa Cafetal	1.2	1.0	15359.4	2581.9	875.0	8.58
Villa Jesús	1.2	1.0	15359.4	2840.0	961.1	9.42
Villa Jesús	1.2	1.0	8233.2	210.8	82.3	0.81
Villa Sol De Morontano	1.2	1.0	15359.4	3110.3	1051.2	10.31
Vista Alegre	1.2	1.0	8278.7	1072.9	371.2	3.64
Villareal	1.2	1.0	8233.2	210.8	82.3	0.81
Alto Huahuari	1.2	1.0	8233.2	210.8	82.3	0.81
Pueblo Libre	1.2	1.0	15318.6	3102.0	1047.6	10.27
Mirador	1.2	1.0	15318.6	3529.4	1190.1	11.67
Pueblo Libre Alto	1.2	1.0	8233.2	210.8	82.3	0.81
Pampa Tigre	1.2	1.0	15359.4	3538.8	1194.0	11.71
Pto Prado	1.2	1.0	8233.2	210.8	82.3	0.81
Pto Prado	1.2	1.0	15318.6	2575.1	872.0	8.55
Pto. Prado	1.2	1.0	8233.2	210.8	82.3	0.81
Santa Guillermina	1.2	1.0	8278.7	1072.9	371.2	3.64
Boca Capirushari	1.2	1.0	8278.7	649.0	229.9	2.26
San Luis	1.2	1.0	8278.7	1014.1	351.6	3.45
Bella Unión	1.2	1.0	15359.4	4478.8	1507.3	14.78

Cuadro N° 24 Capacidad de carga Postes L=11.0m.

CONCLUSIONES

1. La geología regional del área de estudio está constituida por rocas metamórficas ígneas y sedimentarias cuyas edades van desde el precámbrico al neógeno, las cuales se agrupan en dos grupos: sustrato de Rocas y sedimentos inconsolidados.

Era	Sistema	Serie	Unidad Lito-estratigráfica	Litología	Material residual predominante
Cenozoico	Q	Holoceno	Dep. Aluviales Rec.	Arenitas, arcillitas, limos, brechas y conglomerados	Depósitos fluviales y aluviales, arcillita gris claro, intercalados con niveles de arenitas no consolidadas con proporción de limos y gravas.
	Neógeno	Mioceno	Fm Ipururo	Argilitas calcáreas, limolitas, margas y arenosas arcillosas.	Fanglomerados, Arena limosa-Arcillosa limos de baja plasticidad, compacta media.
	Paleógeno	Oligoceno	Fm Chambirá	Conglomerados, Argilitas abigarradas, anhidritas, lutitas y limolitas	
		Paleoceno	Fm Yahuarango	Lodolitas y arcillitas, evaporitas	
Mesozoico	Cretácico	Medio	Fm Chonta	Calizas, margas bituminosas y sedim. pelíticos	Fragmentos calcáreos en matriz arcillosa y arena arcillosa de mediana plasticidad consistencia media a alta
		Inferior	Gpo Oriente	Areniscas y lutitas	Arena limosa-Arcillosa de baja plasticidad, compacta baja, incluso de pequeños fragmentos y gravas angulares a subangulares. Presencia moderada de sales.
	Jurásico	Superior	Fm Sarayaquillo	Areniscas Q-feld., conglomerados, evaporitas	
		Inferior	Gpo Pucará	Lutitas y calizas bituminosas, evaporitas	Arcillas con carbonatos y arenas arcillosas de alta plasticidad, consistencia media alta. Presencia moderada de sales.
	Triásico	Superior			
Paleozoico	Pérmico	Superior	Gpo. Ene	Areniscas feldespáticas	Arena limosa-Arcillosa de baja plasticidad, compacta baja, incluso de pequeños fragmentos y gravas angulares a subangulares.
		Inferior	Gpo Copacabana	Calizas, margas, calizas dolomíticas, pelitas	Arcillas con carbonatos y arenas arcillosas de mediana a alta plasticidad consistencia media a alta.
	Carbonífero	Superior	rocas ígneas	Granodioritas y dioritas	Cascajo, arcilloso y arena arcillosa medianamente consolidado, de color gris marrón oscuro, plasticidad media a alta consistencia media a alta.

			Gpo Tarma	Calizas, lutitas y evaporitas	Arcilla gris claro, de plasticidad media alta, medianamente consolidada intercalada con niveles de arenitas con proporción de limos y gravas, presencia moderada de sales.
		Inferior	Gpo Ambo	Areniscas	Arena limosa poco plasticidad, compactación baja, inclusión de pequeños fragmentos y gravas angulares subangulares.
	Devónico	Superior	Rocas ígneas	Monzogranitos y granitos	Grupos de granito (cascajo), compuesto por arcillitas y arenitas medianamente consolidadas con proporción de limos, de colores naranjas y rojizos, plasticidad media, consistencia media.
		Inferior	Gpo Cabanillas	Limolitas, lutitas y areniscas	Arcillas gris claro, de plasticidad alta medianamente consolidadas intercaladas con niveles de arenitas con proporción de limos y gravas.
	Ordovícico	Superior	Fm Sandia	Esquistos arcillosos, areniscas arcillosas y lutitas	Bloques y fragmentos rocosos angulares y subangulares, de baja esfericidad, en matriz arcillosa marrón rojiza, de alta plasticidad, consistencia media a alta.
	Pre-cámbrico		Complejo Maraflón	Esquistos, cuarcitas, pizarras, metavolcánicos, conglomerados y brechas en matriz arcillosa	

2. La geomorfología está dominada por :

- **En la Cordillera Oriental**, se presentan cadenas de montañas de litofacies de diferentes naturaleza: montaña granítica, montaña metamórfica, montaña calcárea Paleozoica, montaña detrítica Paleozoica, además formas menores como valles aluvial y cono diluvial.
- **En la Cordillera Subandina y el Llano amazónico** se localizan sistemas de colinas y montañas de litofacies, estructurales (plegadas y falladas) y erosionales.

3. La vulnerabilidad natural del área de estudio se ve reflejada en la ocurrencia de fenómenos geológicos tales como el deslizamiento, huaycos y derrumbes, así como la erosión de laderas y son los que

originan la mayor vulnerabilidad al área involucrada, que determinan riesgo alto a las poblaciones y obras civiles.

4. Las evidencias de fenómenos geológicos externos generalmente se observan en áreas donde hay actividad humana ya que esta generalmente las activa (desbroce de árboles, corte de talud de cerros por carreteras, regadíos y canales) es difícil de identificar en áreas cubiertas de vegetación salvo si se observan árboles, postes inclinados o arrancados, esto ha sido observado en las áreas circundantes vistas en el trazo de las carreteras, lo que nos indica ya que en la zona se han dado fenómenos de este tipo durante varios espacios de tiempo, que existe una probabilidad alta a muy alta que ocurran (riesgo alto) tal como se observa en la imagen de susceptibilidad a fenómenos de deslizamientos y en la toma de fotografías.
5. La sismicidad del área de estudio, ésta se encuentra ubicada dentro de la Zona Sísmica 2 (Zona de Sismicidad media), por lo que se deberá tener presente la posibilidad de que ocurran sismos de magnitud >6 mb.
6. Los parámetros del suelo para diseño sísmo resistente, en la zona de estudio corresponden a un suelo Tipo S-3, correspondiéndole un factor de amplificación del suelo $S = 1.4$ y periodo predominante de vibración de $T_p = 0.9$ seg.
7. La descripción visual de los cortes y calicatas excavadas muestran que los materiales de subsuelo son heterogéneos, generalmente de naturaleza cohesiva, densos, y con mediana a alta humedad natural por la presencia de lluvias.

Los suelos identificados se clasifican:

7.1. Los Suelos Según Su Origen

Los suelos de Satipo, por su material de origen, pueden ser agrupados en tres grupos: suelos fluviales-aluviales recientes, suelos aluviales antiguos y suelos residuales.

- **Suelos de origen aluvial reciente.** Comprende a todos los suelos que se ubican adyacentes a los ríos y que reciben continuamente

sedimentos o aportes frescos de ellos. Generalmente son los que presentan una mayor vocación agrícola con cultivos adaptados al medio ecológico.

- **Suelos de origen aluvial antiguo.** Comprende todos los suelos originados por sedimentos antiguos de los ríos que cruzaron algunas zonas de la provincia y que debido al socavamiento de los cauces o movimientos orogénicos y epirogénicos, han alcanzado alturas que van desde 10 hasta 20 metros, por lo que se les considera como terrazas medias y altas de la zona de estudio. En general son suelos profundos, de textura moderadamente fina a fina, topografía plana a ligeramente ondulada, drenaje bueno a moderado, y de fertilidad natural baja. Debido a la erosión pluvial a que han estado sometidas, estas terrazas medias y altas, se han ido disectando y profundizando poco a poco hasta llegar a formar, en muchos casos, colinas bajas.
- **Suelos residuales.** Comprende todos los suelos que se han originado *"in situ"*, a partir de materiales sedimentarios y heterogéneos del Terciario y Cuaternario (lutitas, limolitas, areniscas y gravas). Debido a diversos fenómenos orogénicos y epirogénicos, han originado colinas y montañas bajas y altas. Los suelos son generalmente de texturas moderadamente gruesas a fina, profundas a muy superficiales y una topografía abrupta, que le da un moderado a alto potencial erosivo.

7.2. Los Suelos Según Su Textura

Según su textura, los suelos en el área de estudio, se clasifican como a continuación se detalla:

- **Depósitos fluviales.** Arcillas gris claro, intercaladas con niveles de arenitas no consolidadas con proporción de limos y gravas. (SC, SM, GC, GP)

- **Depósitos de derrubios,** Bloques y fragmentos rocosos angulares y subangulares, de baja esfericidad, en matriz arcillosa marrón rojiza, de alta plasticidad, consistencia media a alta. (SC, GC)
- **Degradación "in situ".**Gruss de granito (cascajo), compuestos por arcillitas y arenitas no consolidadas con proporción de limos, generalmente de colores naranjas y rojizos, plasticidad media a alta, consistencia media. (SC, SM, CL)
- **Depósito coluvial.** Arcillas gris claro, de plasticidad media a alta, medianamente consolidadas intercalados con niveles de arenitas con proporción de limos y gravas, presencia moderada de sales. (CL, CH,SC)
- **Degradación "in situ".** Fragmentos calcáreos en matriz arcillosa de alta plasticidad y areno arcillosa de mediana plasticidad, consistencia media a alta. (CL, CH, SC)

Los suelos investigados presentan las siguientes propiedades geotécnicas:

Ident.	Muestra	W %	y _s gr/cm ³	y _d gr/cm ³	Grava (%)	Arena (%)	Pasa N°200 %	IP %	Potencial expansivo	SUCS
C-1	Cerro Inca	8.56	2.587	1.729	6.90	65.40	27.70	9.08	Bajo	SM-SC
C-2	Alto Esperanza	9.21	2.552	1.737	2.71	79.06	18.24	4.90	Bajo	SM
C-3	Calabaza	10.62	2.581	1.778	27.76	54.48	17.76	11.10	Bajo	SM-SC
C-4	Hatun Putac	11.64	2.599	1.907	22.0	45.53	32.47	15.61	Medio	SC
C-5	Nva Florida	10.45	2.592	1.754	14.44	70.67	14.89	11.80	Bajo	SC
C-6	Rio Desconocido	10.42	2.563	1.652	6.67	67.03	26.30	14.11	Bajo	SC
C-7	San Sebastián	7.98	2.597	1.687	12.92	69.72	17.36	8.10	Bajo	SM
C-8	Cannan Del Norte	10.04	2.554	1.771	9.07	61.25	29.68	11.10	Bajo	SC
C-9	Miñaro	10.63	2.500	1.699	8.24	8.64	83.13	21.33	Alto	CL-CH
C-10	Miguel Grau	8.81	2.479	1.756	15.54	55.38	29.08	19.90	Medio	SC
C-11	Palestina	9.29	2.571	1.729	7.92	81.26	10.82	7.32	Bajo	SM
C-12	Villareal	9.01	2.457	1.778	0.00	19.73	80.27	23.79	Alto	CL-CH
C-13	Buenos Aires	8.50	2.452	1.779	16.08	8.22	75.70	21.20	Alto	CL-CH
C-14	Sta Rosa	10.23	2.440	1.676	4.60	10.29	85.11	27.65	Alto	CL-CH
C-15	Rio Sta. Azope	8.35	2.592	1.711	0.25	76.93	22.81	12.71	Bajo	SC
C-16	V. Sol De Morontaro	8.55	2.566	1.654	9.66	64.43	25.91	19.62	Medio	SC
C-17	Unión Progreso	10.03	2.500	1.771	0.00	16.65	83.35	19.10	Medio	CL
C-18	Pr2 Pto. Prado	10.00	2.580	1.652	5.47	63.79	30.81	9.86	Bajo	SM-SC
C-19	Alto Saureni	9.62	2.519	1.734	0.00	27.11	72.89	17.30	Medio	CL

8. La caracterización de afloramientos es muy útil para la estimación de materiales según su resistencia y comportamiento mecánico en la es excavaciones, Para la determinación de la valoración del macizo rocoso basado en la clasificación geomecánica de Bieniawski, los parámetros de evaluación se indican en el cuadro siguiente:

Ubicación	Resistencia	RQD	Fracturación	Condición	RMR	Clase	Calidad	Índice Geológico
Alto	Muy Baja	Muy	Intensament	Seca	16.0	V	Muy Mala	R2
Candamo	Baja	Mala	Muy fract.	Seca	26.0	IV	Mala	R3
Nueva Florida	Media	Media	Fracturada	Seca	53.0	III	Regular	R4
Calabaza	Media	Media	Fracturada	Seca	58.0	III	Regular	R4
Hantuc Putac	Muy Baja	Muy	Intensament	Seca	16.0	V	Muy Mala	R2
Hantuc Putac	Media	Media	Fracturada	Seca	43.0	III	Regular	R4
Boca De Ipoki	Baja	Mala	Muy fract.	Seca	26.0	IV	Mala	R3
Centro	Media	Media	Fracturada	Seca	53.0	III	Regular	R4
Ipokiani	Media	Media	Fracturada	Seca	58.0	III	Regular	R4
Ambitarini	Muy Baja	Muy	Intensament	Seca	16.0	V	Muy Mala	R2
Los Olivos	Media	Media	Fracturada	Seca	43.0	III	Regular	R4
Pitucuna	Media	Media	Fracturada	Seca	48.0	III	Regular	R4
Rio Chari	Media	Media	Fracturada	Seca	57.0	III	Regular	R4
San Cristóbal	Muy Baja	Muy	Intensament	Seca	16.0	V	Muy Mala	R2
Cn Sauraki	Muy Baja	Muy	Intensament	Seca	16.0	V	Muy Mala	R2
Alto Pitoa	Media	Media	Fracturada	Seca	45.0	III	Regular	R4
Villa Cafetal	Media	Media	Fracturada	Seca	41.0	III	Regular	R4
Villa Jesús	Media	Media	Fracturada	Seca	43.0	III	Regular	R4
Villa Jesús	Muy Baja	Muy	Intensament	Seca	16.0	V	Muy Mala	R2
Sol De	Media	Media	Fracturada	Seca	45.0	III	Regular	R4
Vista Alegre	Baja	Mala	Muy fract.	Seca	36.0	IV	Mala	R3
Villareal	Muy Baja	Muy	Intensament	Seca	16.0	V	Muy Mala	R2
Alto Huahuari	Muy Baja	Muy	Intensament	Seca	16.0	V	Muy Mala	R2
Pueblo Libre	Media	Media	Fracturada	Seca	45.0	III	Regular	R4
Mirador	Media	Media	Fracturada	Seca	48.0	III	Regular	R4
Pueblo Libre	Muy Baja	Muy	Intensament	Seca	16.0	V	Muy Mala	R2
Pampa Tigre	Media	Media	Fracturada	Seca	48.0	III	Regular	R4
Pto Prado	Muy Baja	Muy	Intensament	Seca	16.0	V	Muy Mala	R2
Pto Prado	Media	Media	Fracturada	Seca	41.0	III	Regular	R4
Pto. Prado	Muy Baja	Muy	Intensament	Seca	16.0	V	Muy Mala	R2
Santa	Baja	Mala	Muy fract.	Seca	36.0	IV	Mala	R3
Boca	Baja	Mala	Muy fract.	Seca	28.0	IV	Mala	R3
San Luis	Baja	Mala	Muy fract.	Seca	35.0	IV	Mala	R3
Bella Unión	Media	Media	Fracturada	Seca	54.0	III	Regular	R4

RECOMENDACIONES

1. Se ha determinado para la cimentación tipo superficial en suelos los siguiente parámetros; Profundidad de empotramiento para los postes de concreto ($D_f = 0.80, 1.10$ y 1.20 m.) para postes de concreto ($h = 8.0\text{m}, 11.0$ m. y 12.0 m) respectivamente y con ancho de cimiento ($B = 1.00$ m., $r = 0.50$ m.)

Sector	Suelo SUCS	γ_1 Kg/cm ³	γ_2 Kg/cm ³	γ_c Kg/cm ³	c Tn/m ²	ϕ	Nc	Nq	N ϕ
Cerro Inca	SM-SC	1.729	1.729	1.005	0.200	27.740	25.302	14.306	16.099
Alto Esperanza	SM-SC	1.737	1.737	0.985	0.250	28.320	26.439	15.248	17.512
Calabaza	SC	1.778	1.778	1.012	0.320	30.550	31.499	19.591	24.307
Hatun Putac	SC	1.907	1.907	1.049	0.200	31.100	32.939	20.870	26.386
Nva Florida	SC	1.754	1.754	1.014	0.400	27.740	25.302	14.306	16.099
Rio Desconocido	SC	1.652	1.652	0.973	0.200	28.320	26.439	15.248	17.512
San Sebastian	SC	1.687	1.687	1.003	0.320	26.580	23.213	12.614	13.623
Cannan Del Norte	SM-SC	1.771	1.771	0.993	0.200	28.880	27.602	16.225	19.002
Miñaro	CL	1.699	1.699	0.944	4.000	7.310	7.270	1.933	0.752
Miguel Grau	CL	1.756	1.756	0.942	3.500	10.180	8.424	2.513	1.262
Palestina	SM-SC	1.729	1.729	0.995	0.280	26.580	23.213	12.614	13.623
Villareal	CL	1.778	1.778	0.933	4.500	9.470	8.117	2.354	1.119
Buenos Aires	CL	1.779	1.779	0.930	4.500	7.310	7.270	1.933	0.752
Sta Rosa	CL	1.676	1.676	0.902	4.000	7.310	7.270	1.933	0.752
Rio Sta. Azope	SC	1.711	1.711	1.005	0.350	24.180	19.566	9.785	9.685
V. Sol De Morontaro	SM-SC	1.654	1.654	0.976	0.350	24.180	19.566	9.785	9.685
Union Progreso	CL	1.771	1.771	0.959	3.800	8.030	7.539	2.064	0.864
Pto. Prado	SC	1.652	1.652	0.984	0.350	24.180	11.600	9.785	9.685
Alto Saureni	CL	1.734	1.734	0.964	3.200	11.600	9.086	2.865	1.587

2. La capacidad admisible a la profundidad estimada de cimentación en suelos para los postes de concreto varía de la siguiente manera:

Ubicación	h = 8.00 m. Df = 0.80 m			h = 11.00 m. Df = 1.10 m			h = 12.00 m. Df = 1.20 m		
	Qd	Qadm		Qd	Qadm		Qd	Qadm	
	tn/m ²	tn/m ²	kg/cm ²	tn/m ²	tn/m ²	kg/cm ²	tn/m ²	tn/m ²	kg/cm ²
Cerro Inca	28.71	9.57	0.96	33.65	11.22	1.12	35.3	11.77	1.18
Alto Esperanza	32.02	10.67	1.07	37.32	12.44	1.24	39.08	13.03	1.3
Calabaza	44.6	14.87	1.49	51.56	17.19	1.72	53.88	17.96	1.8
Hatun Putac	47.07	15.69	1.57	55.03	18.34	1.83	57.68	19.23	1.92
Nva Florida	33.44	11.15	1.11	38.46	12.82	1.28	40.13	13.38	1.34
Rio Desconocido	29.59	9.86	0.99	34.62	11.54	1.15	36.3	12.1	1.21
San Sebastián	26.98	8.99	0.9	31.24	10.41	1.04	32.66	10.89	1.09
Cannan Del Norte	33.58	11.19	1.12	39.33	13.11	1.31	41.24	13.75	1.37
Miñaro	27.47	9.16	0.92	28.12	9.37	0.94	28.34	9.45	0.94
Miguel Grau	28.79	9.6	0.96	29.67	9.89	0.99	29.97	9.99	1
Palestina	26.69	8.9	0.89	31.05	10.35	1.04	32.51	10.84	1.08
Villareal	34.68	11.56	1.16	35.52	11.84	1.18	35.8	11.93	1.19
Buenos Aires	30.72	10.24	1.02	31.41	10.47	1.05	31.64	10.55	1.05
Sta Rosa	27.43	9.14	0.91	28.08	9.36	0.94	28.3	9.43	0.94
Rio Sta. Azope	21.49	7.16	0.72	24.84	8.28	0.83	25.96	8.65	0.87
V. Sol De Morontaro	20.98	6.99	0.7	24.21	8.07	0.81	25.29	8.43	0.84
Unión Progreso	27.39	9.13	0.91	28.12	9.37	0.94	28.36	9.45	0.95
Pto. Prado	18.54	6.18	0.62	21.77	7.26	0.73	22.85	7.62	0.76
Alto Saureni	28.95	9.65	0.96	29.94	9.98	1.00	30.27	10.09	1.01

3. La capacidad portante en macizos rocosos se estima según la clasificación RMR:

Ubicación	L = 8.0 m				L = 11.0 m				L = 12.0 m			
	Q _r	Q _{r,ult}	Q _{r,adm}		Q _r	Q _{r,ult}	Q _{r,adm}		Q _r	Q _{r,ult}	Q _{r,adm}	
	kPa	kPa	kPa	kg/cm ²	kPa	kPa	kPa	kg/cm ²	kPa	kPa	kPa	kg/cm ²
Alto Esperanza	8143.4	208.5	77.5	0.76	8210.7	210.2	81.1	0.79	8233.2	210.8	82.3	0.81
Candamo	9163.5	619.4	215.5	2.11	9239.7	624.6	220.7	2.16	9265.2	626.3	222.4	2.18
Nueva Florida	15165.0	4259.8	1429.5	14.02	15310.8	4300.8	1446.8	14.19	15359.4	4314.5	1452.6	14.24
Calabaza	15165.0	5101.5	1710.1	16.77	15310.8	5150.6	1730.1	16.97	15359.4	5166.9	1736.7	17.03
Hantuc Putac	8143.4	208.5	77.5	0.76	8210.7	210.2	81.1	0.79	8233.2	210.8	82.3	0.81
Hantuc Putac	9163.5	1694.3	573.8	5.63	9239.7	1708.4	581.9	5.71	9265.2	1713.1	584.6	5.73
Boca De Ipoki	8176.9	552.8	193.3	1.90	8253.2	557.9	198.4	1.95	8278.7	559.6	200.1	1.96
Centro Huahuari	15165.0	4259.8	1429.5	14.02	15310.8	4300.8	1446.8	14.19	15359.4	4314.5	1452.6	14.24
Ipokiani	15165.0	5101.5	1710.1	16.77	15310.8	5150.6	1730.1	16.97	15359.4	5166.9	1736.7	17.03
Ambitarini	8143.4	208.5	77.5	0.76	8210.7	210.2	81.1	0.79	8233.2	210.8	82.3	0.81
Los Olivos	8176.9	1511.9	513.0	5.03	8253.2	1526.0	521.1	5.11	8278.7	1530.7	523.8	5.14
Pitucuna	15135.0	3487.1	1171.4	11.49	15272.7	3518.8	1185.4	11.62	15318.6	3529.4	1190.1	11.67
Rio Chari Centro	15165.0	4927.1	1652.0	16.20	15310.8	4974.5	1671.4	16.39	15359.4	4990.3	1677.8	16.44
S. Cristóbal Alto Cheni	8143.4	208.5	77.5	0.76	8210.7	210.2	81.1	0.79	8233.2	210.8	82.3	0.81
Cn Sauraki	8143.4	208.5	77.5	0.76	8210.7	210.2	81.1	0.79	8233.2	210.8	82.3	0.81
Alto Pitoa	15165.0	3070.9	1033.2	10.13	15310.8	3100.4	1046.7	10.26	15359.4	3110.3	1051.2	10.31
Villa Cafetal	15165.0	2549.2	859.3	8.43	15310.8	2573.7	871.1	8.54	15359.4	2581.9	875.0	8.58
Villa Jesús	15165.0	2804.0	944.3	9.26	15310.8	2831.0	956.9	9.38	15359.4	2840.0	961.1	9.42
Villa Jesús	8143.4	208.5	77.5	0.76	8210.7	210.2	81.1	0.79	8233.2	210.8	82.3	0.81
Villa Sol De Morontano	15165.0	3070.9	1033.2	10.13	15310.8	3100.4	1046.7	10.26	15359.4	3110.3	1051.2	10.31
Vista Alegre	8176.9	1059.7	362.3	3.55	8253.2	1069.6	369.0	3.62	8278.7	1072.9	371.2	3.64
Villareal	8143.4	208.5	77.5	0.76	8210.7	210.2	81.1	0.79	8233.2	210.8	82.3	0.81
Alto Huahuari	8143.4	208.5	77.5	0.76	8210.7	210.2	81.1	0.79	8233.2	210.8	82.3	0.81
Pueblo Libre	15135.0	3064.8	1030.7	10.11	15272.7	3092.7	1043.4	10.23	15318.6	3102.0	1047.6	10.27
Mirador	15135.0	3487.1	1171.4	11.49	15272.7	3518.8	1185.4	11.62	15318.6	3529.4	1190.1	11.67
Pueblo Libre Alto	8143.4	208.5	77.5	0.76	8210.7	210.2	81.1	0.79	8233.2	210.8	82.3	0.81
Pampa Tigre	15165.0	3494.0	1174.3	11.62	15310.8	3527.6	1189.1	11.66	15359.4	3538.8	1194.0	11.71
Pto Prado	8143.4	208.5	77.5	0.76	8210.7	210.2	81.1	0.79	8233.2	210.8	82.3	0.81
Pto Prado	15135.0	2544.2	857.1	8.41	15272.7	2567.3	868.2	8.51	15318.6	2575.1	872.0	8.55

Pto. Prado	8143.4	208.5	77.5	0.76	8210.7	210.2	81.1	0.79	8233.2	210.8	82.3	0.81
Santa Guillermina	8176.9	1059.7	362.3	3.55	8253.2	1069.6	369.0	3.62	8278.7	1072.9	371.2	3.64
Boca Capiushari	8176.9	641.1	222.8	2.18	8253.2	647.1	228.2	2.24	8278.7	649.0	229.9	2.26
San Luis	8176.9	1001.7	343.0	3.36	8253.2	1011.0	349.5	3.43	8278.7	1014.1	351.6	3.45

4. Se debe de tener cuidado de no cimentar sobre los materiales de con presencia de materia orgánica, raíces, en terrenos agrietados, y siempre llegar al terreno natural, es recomendable que las cimentaciones estén separadas de los bordes de cerros, riveras de quebradas, etc. por lo menos 5 m. de longitud, debido a que el área de estudio es de alta susceptibilidad a deslizamientos y derrumbes.
5. En cuanto a los asentamientos permisibles se requerirá aplicar al suelo una carga no mayor de 1.0 kg/cm^2 , sobre el suelo arcillosos, y de 5.0 kg/cm^2 para materiales rocosos que constituye el suelo de fundación, para generar un asentamiento permisible menor de 2.54 cm. Por lo que los elementos del cimiento deberán ser diseñados de modo que la presión de contacto (carga estructural de la obra) en el área de cimentación, sea inferior ó cuando menos igual a la presión de diseño ó capacidad admisible.
6. Después de que el fondo de cimentación ha sido formada según el alineamiento rasante y sección transversal correspondiente, deberá ser completamente compactada la densidad máxima y humedad óptima. Requisito de Compactación cuando el suelo es arcilloso, será no menor del 90 % de la máxima densidad determinada según ensayo proctor.
7. Por lo analizado en el estudio se prevee las cimentaciones en suelos arcillosos, de plasticidad media a alta y con riesgos de expansión, por los que es recomendable el uso de solados de concreto ciclópeo en relación 1:8 + 30% de piedras grande >6" y de preferencia angular.
8. Para las excavaciones la profundidad recomendable será según norma técnicas de seguridad 1.50 m. si es necesario bajar a mayor profundidad es recomendable entibar las paredes de la excavación y el uso de escaleras.

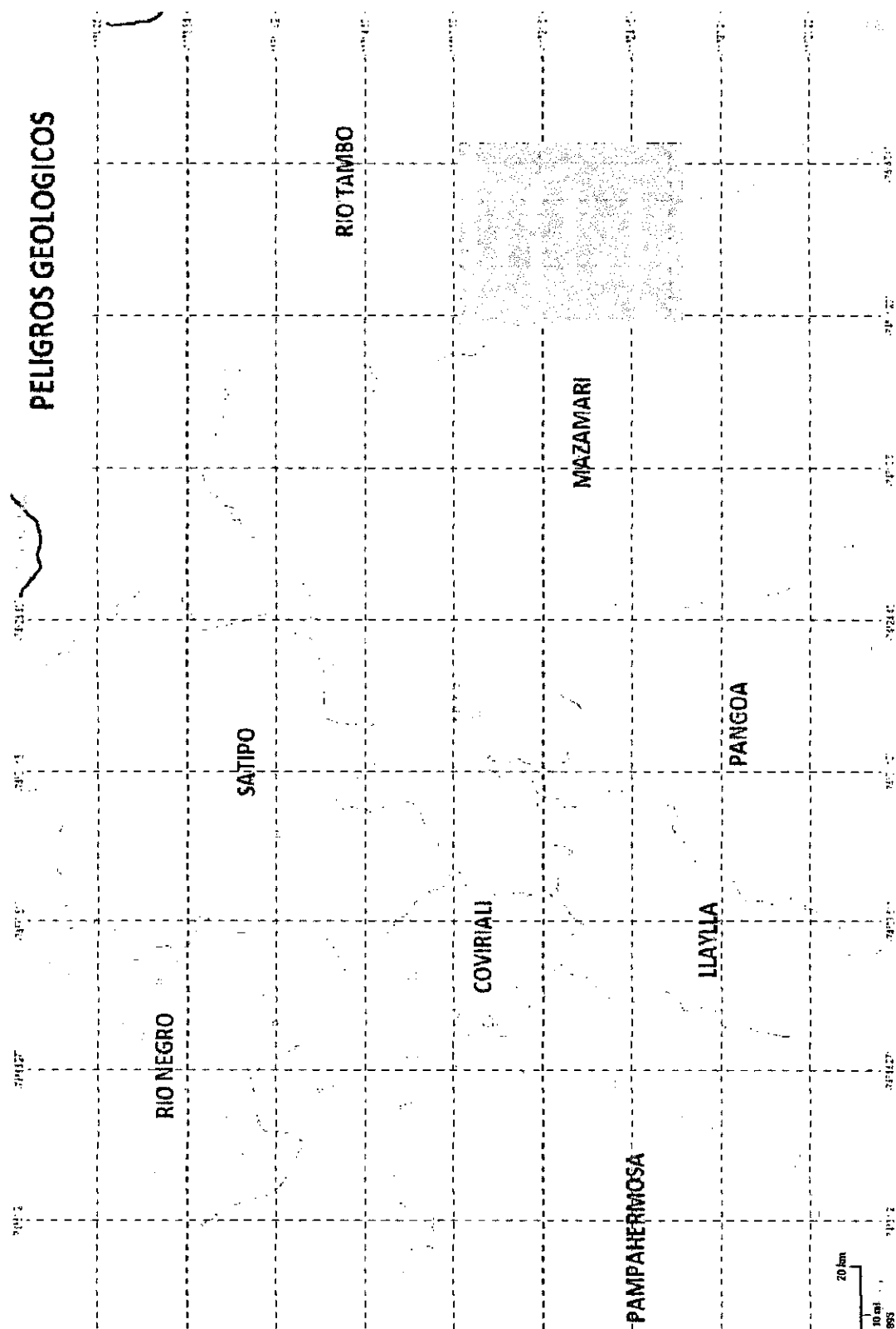
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

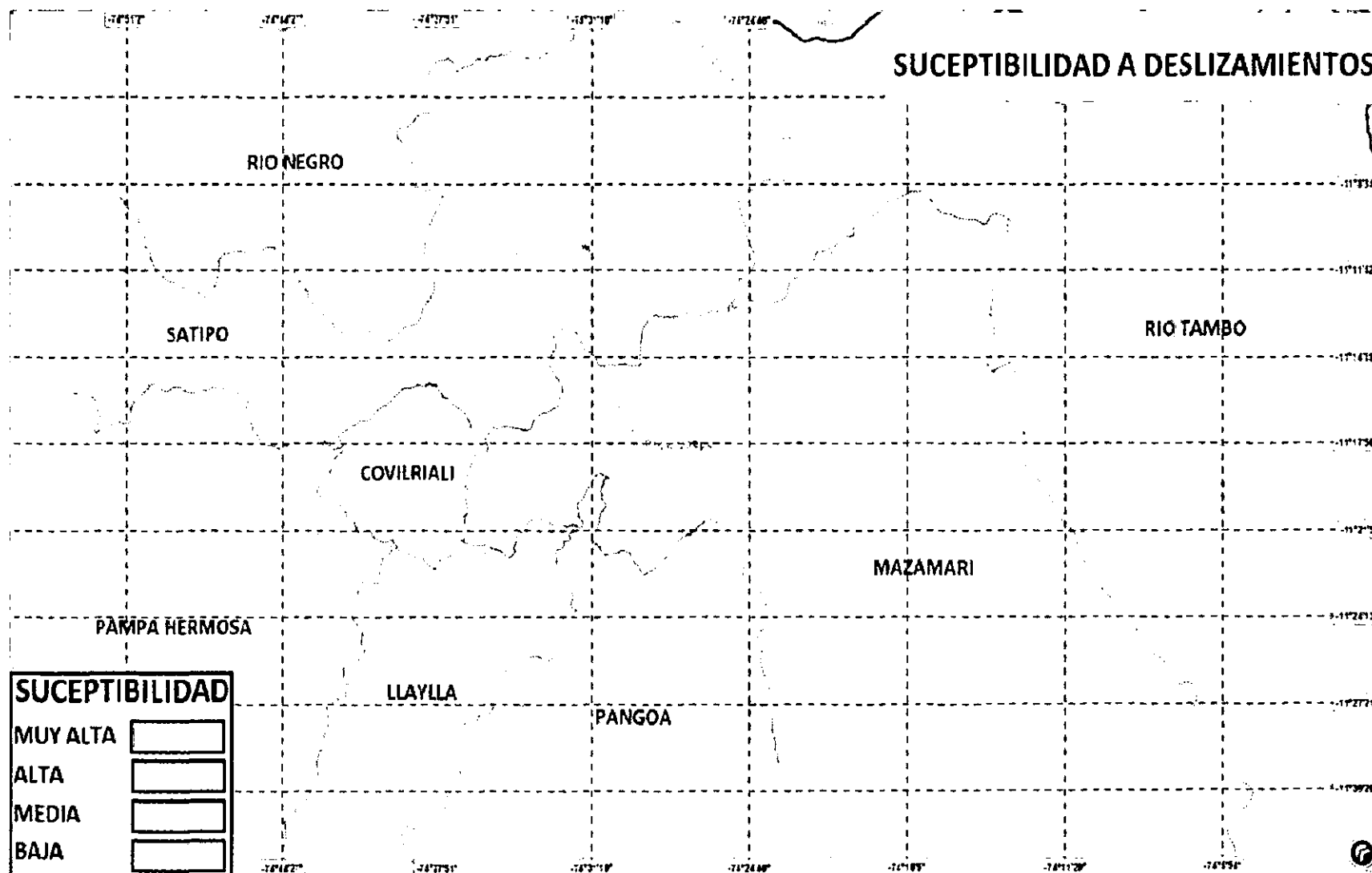
- 1. BOLETIN Nº 71 DE ANDAMARCA (24-N) efectuado el año 1997.**
- 2. BOLETÍN Nº 85 DE BAJO PICHANAQUI (22-N) Y PUERTO BERMUDEZ (21-N) efectuado el año 1997.**
- 3. BOLETÍN Nº 86 DE SATIPO (23-N) y Puerto Prado (23-Ñ) del año 1997.**
- 4. BOLETÍN Nº 95 DE OBENTENI (22-Ñ) y Atalaya (22-O) del año 1997.**
- 5. BOLETÍN Nº 118 DE QUITENI (24-Ñ) y Canaire (25-Ñ) efectuado el año 1998.**
- 6. BOWLES J. E: "Manual de Laboratorio de suelos en Ingeniería Civil"; Edición McGraw Hill (1994).**
- 7. INFORME Y MAPA LITOESTRATIGRÁFICO DE LA "SINOPSIS EXPLICATIVA DE LA GEOLOGÍA DE LA AMAZONÍA PERUANA", a escala 1:1 000 000, realizado por INGEMMET, IIAP, BIODAMAZ (2007).**
- 8. ROBERTO KOSAKA MASUNO, ING. EDGARD GONZÁLES ZENTENO: "Estudio geodinámico y evaluación de peligros de las localidades de Viraco, Machahuay y Pampacolca."**
- 9. JIMÉNEZ S. J. A, J. L. De JUSTOS A., A. A. SERRANO G: "Geotecnia y Cimientos Mecánica del Suelo y de las rocas", 3 tomos, 2da. Edición (1987) España.**
- 10. JUAN D CENTENO (2006-2007).- "Introducción a la Geodinámica Externa."**
- 11. MINISTERIO DE ENERGÍA Y MINAS (1997) - Minería y energía en el Perú: Atlas. M.E.M., Lima, 65 p.**

ANEXOS


TABLAS DE RMR

GRÁFICOS DE PELIGROS GEOLOGICOS Y SUSCEPTIBILIDAD DE DESLIZAMIENTOS







BIENIAWSKI (RMR)

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-1		
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	ALTO ESPERANZA		
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8737531		
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			0	UTM S:	544204	
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	1204	
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN	
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			3	Clasif. Roca:	GRUSS (GRANITO DESCOMP.)	
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013	
Espaciamento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			5			
VALORACION	20	15	10	8	5						
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			0			
VALORACION	30	25	20	10	0						
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15			
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min						
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5						
VALORACION	15	10	7	4	0						
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables						
Túneles	0	-2	-5	-10	-12						
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7			
Taludes	0	-5	-25	-50	-50						
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			16			
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE V			
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala			MUYMALA			


**ROCK MASS RATING
BIENIAWSKI (RMR)**

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-2	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	CANDAMO	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8748754	
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			0	UTM S:	523900
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	1536
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			13	Clasif. Roca:	ARENO LIMOSO
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espesamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			5		
VALORACION	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertas 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertas < 5 mm, fisuras continuas			0		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15		
Cent. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables					
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7		
Taludes	0	-5	-25	-50	-50					
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			26		
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE IV		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala			MALA		


**ROCK MASS RATING
BIENIAWSKI (RMR)**

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-3	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGO, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	NUEVA FLORIDA	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8751703	
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			4	UTM S:	521810
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	1434
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			13	Clasif. Roca:	PLUTON GRANITO
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			8		
VALORACIÓN	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertas < 5 mm, fisuras continuas			20		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15		
Cont. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables			7		
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25					
Taludes	0	-5	-25	-50	-50			53		
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20					
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE III		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala			REGULAR		


**ROCK MASS RATING
BIENIAWSKI (RMR)**

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-4	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLA YLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	CALABAZA	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8726637	
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			7	UTM S:	519670
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	2346
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			13	Clasif. Roca:	Rx. IGNEA, GRANITO
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			10		
VALORACION	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			20		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15		
Camt. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables					
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7		
Taludes	0	-5	-25	-50	-50					
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			58		
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE III		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala			REGULAR		


**ROCK MASS RATING
BIENIAWSKI (RMR)**

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-5		
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	HANTUC PUTAC		
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8720245		
Carga Puntal	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			0	UTM S:	523601	
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	3741	
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN	
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			3	Clasif. Roca:	FANGLOM. BLOQ RX. GRANITO	
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013	
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			5			
VALORACION	20	15	10	8	5						
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			0			
VALORACION	30	25	20	10	0						
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15			
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min						
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5						
VALORACION	15	10	7	4	0						
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables						
Túneles	0	-2	-5	-10	-12						
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7			
Taludes	0	-5	-25	-50	-50						
SMR	81 - 100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			16			
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE V			
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mal	Muy mal			MUYMALA			


**ROCK MASS RATING
BIENIAWSKI (RMR)**

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-6	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	HANTUC PUTAC	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8722681	
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			4	UTMS:	526478
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	3656
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			13	Clasif. Roca:	BLOQUES RX GRANITOIDES
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			8		
VALORACION	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertas < 5 mm, fisuras continuas			10		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15		
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medios	Desfavorables	Muy desfavorables					
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7		
Taludes	0	-5	-25	-50	-50					
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			43		
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE III		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala			REGULAR		


**ROCK MASS RATING
BIENIAWSKI (RMR)**

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-7	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	BOCA DE IPOKI	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8783164	
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			12	UTM S:	527738
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	668
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			13	Clasif. Roca:	CALIZAS
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			10		
VALORACION	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			10		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15		
Cont. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favomibles	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables					
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7		
Taludes	0	-5	-25	-50	-50					
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			53		
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE PI		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala			REGULAR		


**ROCK MASS RATING
BIENIAWSKI (RMR)**

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-8		
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO. DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	CENTRO HUAHUARI		
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8765260		
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			2	UTM S:	520842	
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	1099	
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN	
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			8	Clasif. Roca:	GRANITO METEORIZADO	
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013	
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			10			
VALORACIÓN	20	15	10	8	5						
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			10			
VALORACION	30	25	20	10	0						
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Filtrando			15			
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min						
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5						
VALORACION	15	10	7	4	0						
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables			38			
Túneles	0	-2	-5	-10	-12						
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25						
Taludes	0	-5	-25	-50	-50						
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			CLASE IV			
CLASE	I	II	III	IV	V						
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala						MALA


**ROCK MASS RATING
BIENIAWSKI (RMR)**

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-9		
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	IPOKIARI		
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8773893		
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			0	UTMS:	524302	
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	649	
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN	
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			3	Clasif. Roca:	CONGLOMERADO	
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013	
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			5			
VALORACION	20	15	10	8	5						
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Eajejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			0			
VALORACION	30	25	20	10	0						
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15			
Cont. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min						
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5						
VALORACION	15	10	7	4	0						
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables						
Túneles	0	-2	-5	-10	-12						
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7			
Tóxicos	0	-5	-25	-50	-50						
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			16			
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE V			
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala			MUY MALA			


**ROCK MASS RATING
BIENIAWSKI (RMR)**

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-10	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	AMBITARINI	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8772398	
Carga Puntal	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			0	UTM S:	521752
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	732
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			3	Clasif. Roca:	ARCILLA PLASTICA
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			5		
VALORACION	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			0		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Filjo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15		
Cont. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables					
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7		
Tobos	0	-5	-25	-50	-50					
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			16		
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE V		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala			MUY MALA		

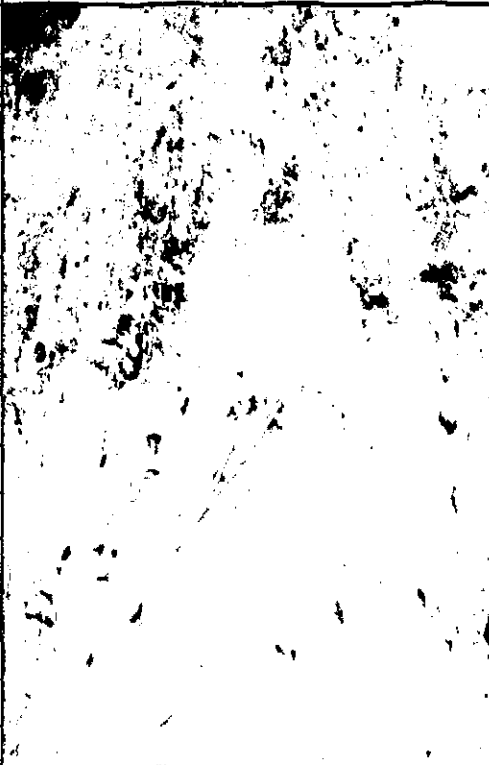
**ROCK MASS RATING
BIENIAWSKI (RMR)**

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-12	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	PITUCUNA	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8778841	
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			7	UTM S:	544335
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	1448
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			13	Clasif. Roca:	ARENISCAS Y LUTITAS
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			10		
VALORACION	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			10		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15		
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables					
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7		
Taludes	0	-5	-25	-50	-90					
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			48		
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE III		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mal	Muy mala			REGULAR		


**ROCK MASS RATING
BIENIAWSKI (RMR)**

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-13		
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	RIO CHARI CENTRO		
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8774966		
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			12	UTM S:	536912	
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	1043	
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN	
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			17	Clasif. Roca:	CALIZAS	
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013	
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			10			
VALORACION	20	15	10	8	5						
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			10			
VALORACION	30	25	20	10	0						
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15			
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min						
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5						
VALORACION	15	10	7	4	0						
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables			15			
Túneles	0	-2	-5	-10	-12						
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25						
Taludes	0	-5	-25	-50	-50						
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			57	CLASE III		
CLASE	I	II	III	IV	V						
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala			REGULAR			


BIENIAWSKI (RMR)

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-14		
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	SAN CRISATOBAL ALTO CHENI		
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8767064		
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			0	UTM S:	524977	
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	971	
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN	
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			3	Clasif. Roca:	ALTER. RX. INTRUS. GRANIT	
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013	
Espaciamento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			5			
VALORACION	20	15	10	8	5						
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			0			
VALORACION	30	25	20	10	0						
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15			
Cent. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min						
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5						
VALORACION	15	10	7	4	0						
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables						
Túneles	0	-2	-5	-10	-12						
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7			
Tahudes	0	-5	-25	-50	-50						
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			16			
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE V			
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mal	Muy mal			MUY MALA			


BIENIAWSKI (RMR)

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-15	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	CN SAURAKI	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8777558	
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			0	UTM S:	537140
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	1245
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			3	Clasif. Roca:	LODOLITAS Y ARENISCAS
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espaciamento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			5		
VALORACION	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			0		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15		
Canal. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables					
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7		
Taludes	0	-5	-25	-50	-50					
SMR	81 - 100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			16		
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE V		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mal	Muy mala			MUY MALA		


BIENIAWSKI (RMR)

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-16			
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	ALTO PIOTOA			
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8777483			
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			4	UTMS:	549771		
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	1640		
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN		
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			13	Clasif. Roca:	LODOLITAS Y LUTITAS		
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013		
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			10				
VALORACION	20	15	10	8	5							
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			10				
VALORACION	30	25	20	10	0							
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15				
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min							
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5							
VALORACION	15	10	7	4	0							
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables							
Túneles	0	-2	-5	-10	-12							
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7				
Taludes	0	-5	-25	-50	-50							
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			45				
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE III				
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mal	Muy mala			REGULAR				

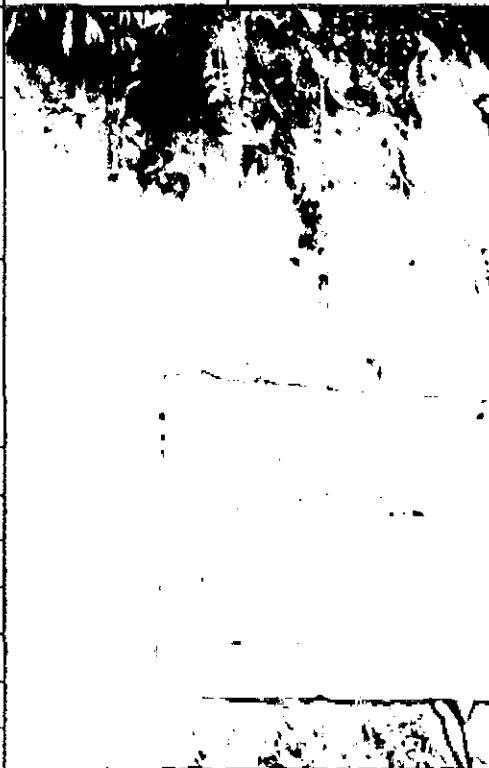
BIENIAWSKI (RMR)

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-17	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	VILLA CAFETAL	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8764137	
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			7	UTM S:	524890
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	1269
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			8	Clasif. Roca:	GRANITOS
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			8		
VALORACION	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Especie de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertas 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertas < 5 mm, fisuras continuas			10		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15		
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables					
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7		
Taludes	0	-5	-25	-50	-50					
SMR	81 - 100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			41		
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE III		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Malas	Muy malas			REGULAR		


BIENIAWSKI (RMR)

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-18	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGO, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	VILLA JESUS	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8775164	
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			7	UTM S:	533799
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	936
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			8	Clasif. Roca:	ARENISCAS
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			10		
VALORACION	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de fricción o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			10		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15		
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables					
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7		
Taludes	0	-5	-25	-50	-50					
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			43		
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE III		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mal	Muy mala			REGULAR		


BIENIAWSKI (RMR)

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-19	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ublc. De Afloram:	VILLA JESUS	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8776328	
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			0	UTM S:	534817
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	896
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			3	Clasif. Roca:	ARENA LIMOSA
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			5		
VALORACIÓN	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosa, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			0		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15		
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables					
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7		
Taludes	0	-5	-25	-50	-50					
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			16		
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE V		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala			MUY MALA		


BIENIAWSKI (RMR)

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-20	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	VILLA SOL DE MORONTANO	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8763165	
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			4	UTM S:	516398
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	1222
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			13	Clasif. Roca:	MICAESQUISTOS Y GNEISS
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			10		
VALORACION	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			10		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Gotearlo	Fluyendo			15		
Cont. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medios	Desfavorables	Muy desfavorables					
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7		
Taludes	0	-5	-25	-50	-50					
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			45		
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE III		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mal	Muy mal			REGULAR		


BIENIAWSKI (RMR)

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-21	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGO, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	VISTA ALEGRE	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8784324	
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			2	UTM S:	540899
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	1026
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			8	Clasif. Roca:	FANGLOMERADOS CALIZAS
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			8		
VALORACION	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			10		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15		
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables					
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7		
Taludes	0	-5	-25	-50	-50					
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			36		
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE IV		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mal	Muy mal			MALA		


BIENIAWSKI (RMR)

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-22	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	VILLAREAL	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8781545	
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			0	UTM S:	546308
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	1000
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			3	Clasif. Roca:	ARCILL PLAST. RESIDUAL
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			5		
VALORACION	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			0		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15		
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables					
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7		
Taludes	0	-5	-25	-50	-50					
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			16		
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE V		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala			MUYMALA		


BIENIAWSKI (RMR)

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-23		
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOAL, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	ALTO HUAHUARI		
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8765867		
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			0	UTM S:	524464	
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	1290	
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN	
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			3	Clasif. Roca:	GRUSS ARCILLOSOS CON FRAGM.	
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013	
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			5			
VALORACION	20	15	10	8	5						
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			0			
VALORACION	30	25	20	10	0						
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Frayendo			15			
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min						
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5						
VALORACION	15	10	7	4	0						
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables						
Túneles	0	-2	-5	-10	-12						
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7			
Taludes	0	-5	-25	-50	-50						
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			16			
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE V			
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala			MUY MALA			


BIENIAWSKI (RMR)

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-24	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	MIRADOR, PUEBLO LIBRE	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8781721	
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			4	UTM 5:	548874
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	1606
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			13	Clasif. Roca:	CALIZAS
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			10		
VALORACION	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertas 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertas < 5 mm, fisuras continuas			10		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15		
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables					
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7		
Taludes	0	-5	-25	-50	-50					
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			45		
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE III		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala			REGULAR		

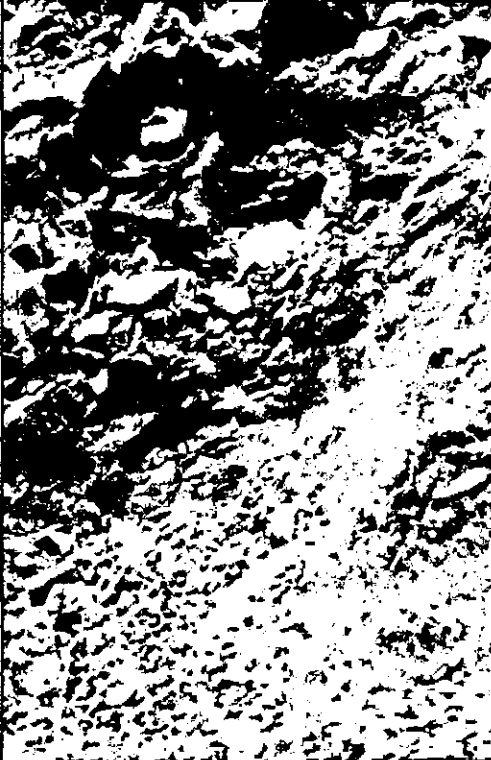
**ROCK MASS RATING
BIENIAWSKI (RMR)**

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-25	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	MIRADOR	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8777380	
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			7	UTM S:	546089
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	1631
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			13	Clasif. Roca:	CALIZAS
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			10		
VALORACION	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			10		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15		
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables					
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7		
Taludes	0	-5	-25	-50	-50					
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			48		
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE III		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala			REGULAR		


**ROCK MASS RATING
BIENIAWSKI (RMR)**

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-26	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	PUEBLO LIBRE ALTO	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8779399	
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			0	UTMS:	547176
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	1266
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			3	Clasif. Roca:	ARCILLAS PLASTICAS
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			5		
VALORACION	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			0		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15		
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables					
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7		
Taludes	0	-5	-25	-50	-50					
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			16		
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE V		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala			MUY MALA		


**ROCK MASS RATING
BIENIAWSKI (RMR)**

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-27	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	PAMPA TIGRE	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8777529	
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			7	UTM S:	546089
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	1607
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			13	Clasif. Roca:	LODOLITAS
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			10		
VALORACION	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			10		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15		
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medios	Desfavorables	Muy desfavorables					
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7		
Taludes	0	-5	-25	-50	-50					
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			48		
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE III		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala			REGULAR		

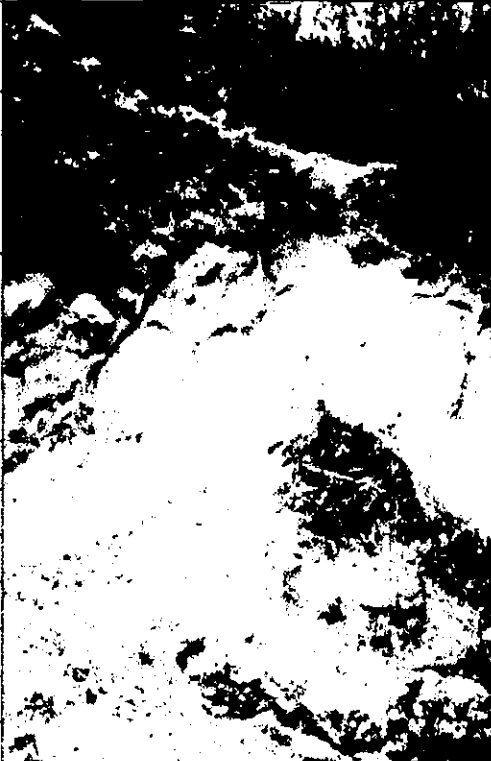
BIENIAWSKI (RMR)

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-28	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	PTO PRADO	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8766847	
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			0	UTM S:	582829
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	350
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			3	Clasif. Roca:	ARENAS LIMOSAS
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espacimiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			5		
VALORACION	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			0		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fugiendo			15		
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables					
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7		
Taludes	0	-5	-25	-50	-50					
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			16		
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE V		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala			MUYMALA		

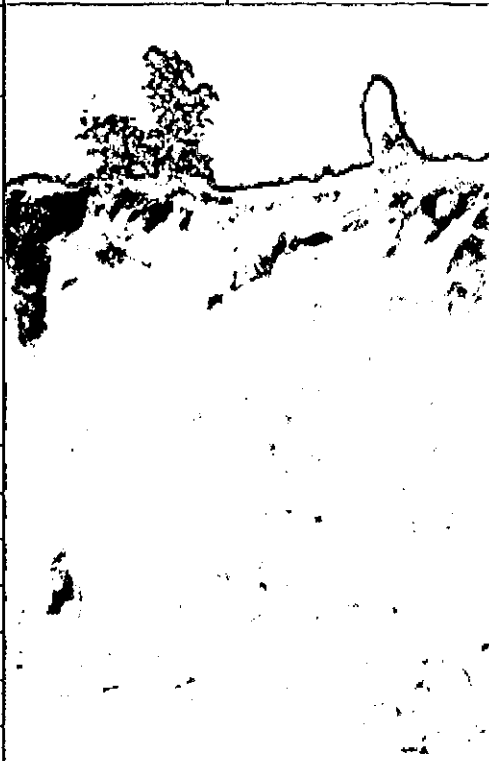
BIENIAWSKI (RMR)

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-29		
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	PTO PRADO		
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8766849		
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			2	UTM S:	582825	
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	355	
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN	
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			13	Clasif. Roca:	LUTITAS ARENOSAS	
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013	
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			8			
VALORACION	20	15	10	8	5						
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			10			
VALORACION	30	25	20	10	0						
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Frayendo			15			
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min						
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5						
VALORACION	15	10	7	4	0						
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables						
Túneles	0	-2	-5	-10	-12						
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7			
Taludes	0	-5	-25	-50	-50						
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			41			
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE III			
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala			REGULAR			

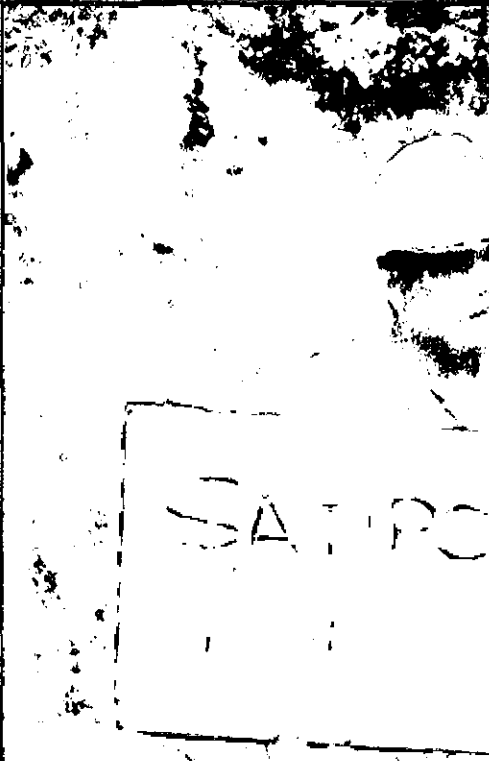
BIENIAWSKI (RMR)

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-30		
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGO A, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	PTO. PRADO		
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8767689		
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			0	UTM S:	577616	
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	374	
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN	
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			3	Clasif. Roca:	FANGLOMERADO ARCILLOSO	
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013	
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			5			
VALORACION	20	15	10	8	5						
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			0			
VALORACION	30	25	20	10	0						
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15			
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min						
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5						
VALORACION	15	10	7	4	0						
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables						
Túneles	0	-2	-5	-10	-12						
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25						
Taludes	0	-5	-25	-50	-50			16			
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20						
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE V			
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mal	Muy mala			MUY MALA			

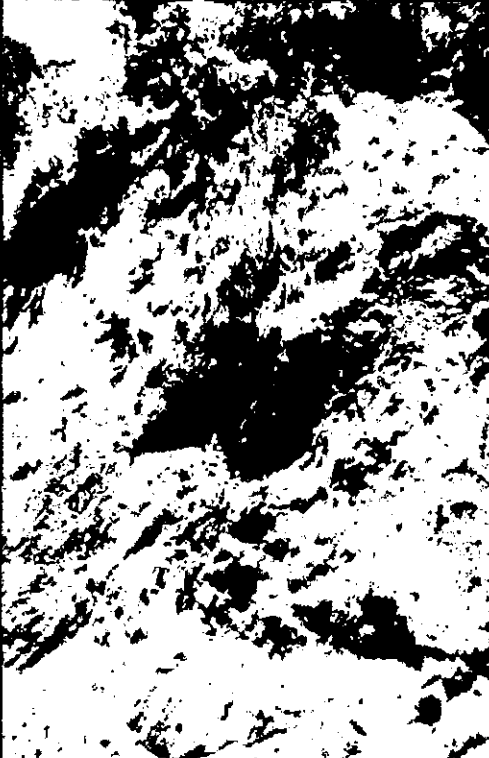
BIENIAWSKI (RMR)

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-31	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	SANTA GUILLERMINA	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8754840	
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			2	UTM S:	551281
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	561
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			8	Clasif. Roca:	FANGLOMERADO ARCILLOSO
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			8		
VALORACION	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			10		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15		
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	>0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables					
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7		
Taludes	0	-5	-25	-50	-50					
SMR	81 - 100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			36		
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE IV		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala			MALA		

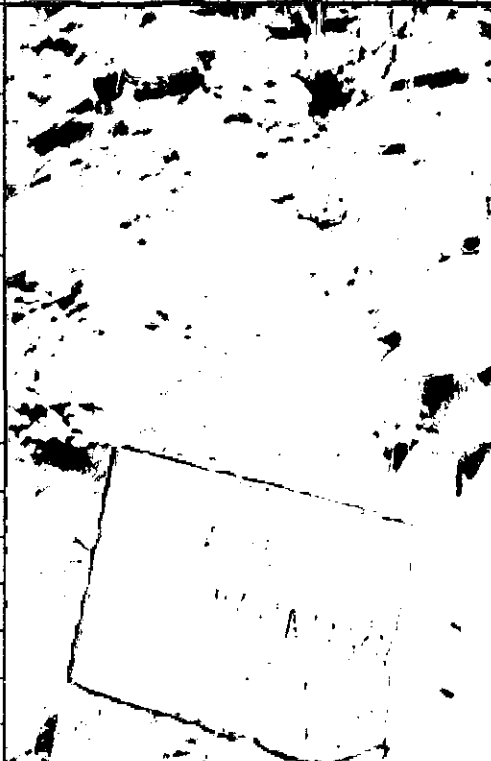
BIENIAWSKI (RMR)

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-32	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGO, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	BOCA CAPIRUSHARI	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8749120	
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			2	UTMS:	552554
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	694
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			3	Clasif. Roca:	FANGLOMERADO ARCILLOSO
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			5		
VALORACION	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			10		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15		
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables					
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7		
Taludes	0	-5	-25	-50	-50					
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			28		
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE IV		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mal	Muy mala			MAIA		

BIENIAWSKI (RMR)

REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-33	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	SAN LUIS	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8740596	
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			I	UTM S:	564635
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	1179
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			8	Clasif. Roca:	FANGLOMERADO ARCILLOSO
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			8		
VALORACION	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blanco de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			10		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15		
Canal. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables					
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-5		
Taludes	0	-5	-25	-50	-50					
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			35		
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE IV		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mal	Muy mala			MALA		

BIENIAWSKI (RMR)

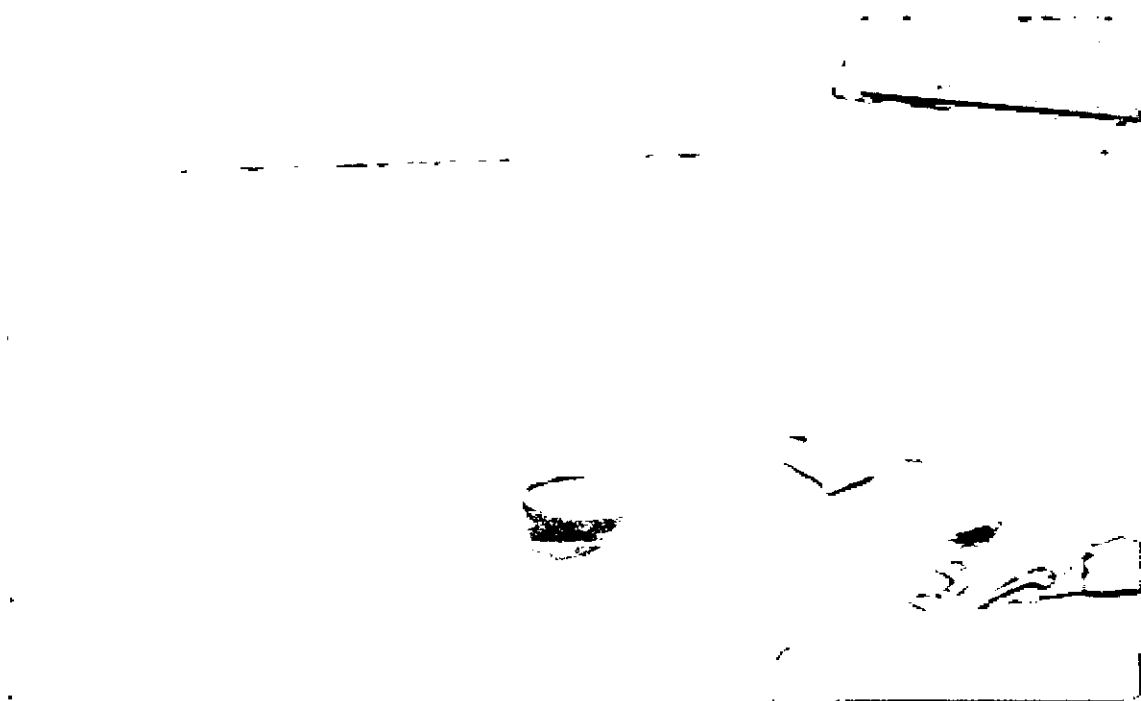
REVISADO POR	" UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA "							Afloramiento:	M-34	
PROYECTO	" EVALUACIÓN GEOLÓGICA GEOTÉCNICA DE LAS COMUNIDADES DE LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO, RIO TAMBO DE LA PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN "							Ubic. De Afloram:	BELLA UNION	
UBICACIÓN	PROVINCIA DE SATIPO, DEPARTAMENTO DE JUNIN							UTM N:	8754851	
Carga Puntual	> 80 Kg/cm²	40 - 80 Kg/cm²	20 - 40 Kg/cm²	10 - 20 Kg/cm²	0 - 10 Kg/cm²			15	UTM S:	548545
A Compresión Simple	2000 Kg/cm²	1000 - 2000 Kg/cm²	500 - 1000 Kg/cm²	250 - 500 Kg/cm²	100 - 250 Kg/cm²	30 - 100 Kg/cm²	10 - 30 Kg/cm²		Altitud (m):	824
VALORACION	15	12	7	4	2	1	0		Realizado por:	ZETA ECHE LUIS MARTÍN
RQD	90 - 100 %	75 - 90 %	50 - 75 %	25 - 50 %	<25%			13	Clasif. Roca:	ARENISCAS Y LUTITAS
VALORACION	20	17	13	8	3				Fecha:	septiembre, 2013
Espaciamiento de Juntas	>3 m	1 - 3 m	0.3 - 1 m	50 - 300 mm	<50 mm			10		
VALORACION	20	15	10	8	5					
Condición de Juntas	Muy rugosas, sin continuidad, cerradas, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca dura	Ligeramente rugosa < 1mm de separación, paredes de roca suave	Espejo de falla o relleno de espesor < 5mm ó abiertos 1 - 5 mm, fisuras continuas	Relleno blando de espesor < 5 mm ó abiertos < 5 mm, fisuras continuas			10		
VALORACION	30	25	20	10	0					
Flujo de agua en las juntas	Secas	Ligeramente Húmedas	Húmedas	Goteando	Fluyendo			15		
Cant. Infiltración 10 m de túnel	0	<10 litros/min	5 - 25 litros/min	25 - 125 litros/min	>125 litros/min					
Razón presión intersticial	0	<0.1	0.1 - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5					
VALORACION	15	10	7	4	0					
Dirección y buzamiento	Muy favorables	Favorables	Medias	Desfavorables	Muy desfavorables					
Túneles	0	-2	-5	-10	-12					
Cimentaciones	0	-2	-7	-15	-25			-7		
Taludes	0	-5	-25	-50	-50					
SMR	81 -100	61 - 80	41 - 60	21 - 40	0 - 20			56		
CLASE	I	II	III	IV	V			CLASE III		
ROCA	Muy buena	Buena	Regular	Mala	Muy mala			REGULAR		

TESTIMONIO FOTOGRAFICO

**“EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN LAS COMUNIDADES DE
LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO Y RIO TAMBO
DE LA PROVINCIA DE SATIPO; REGIÓN JUNIN”**

TESTIMONIO FOTOGRÁFICO

1. CALICATAS Y AFLORAMIENTOS:

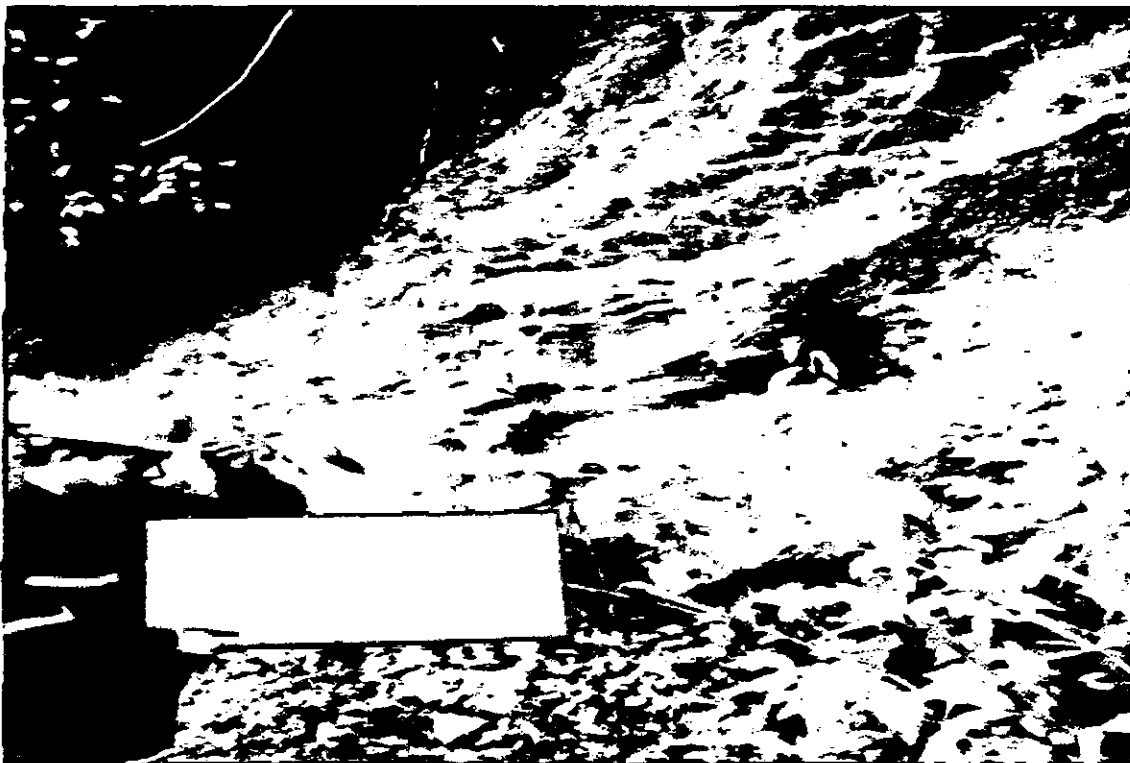


Santo Domingo



San Cristóbal - Alto Cheni

**“EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN LAS COMUNIDADES DE
LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGO, RIO NEGRO Y RIO TAMBO
DE LA PROVINCIA DE SATIPO; REGIÓN JUNÍN”**



San Lorenzo



Unión Progreso

**"EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN LAS COMUNIDADES DE
LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGO, RIO NEGRO Y RIO TAMBO
DE LA PROVINCIA DE SATIPO; REGIÓN JUNÍN"**



Alto Saureni



Villa Sol

**“EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN LAS COMUNIDADES DE
LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO Y RIO TAMBO
DE LA PROVINCIA DE SATIPO; REGIÓN JUNÍN”**



Rio Negro

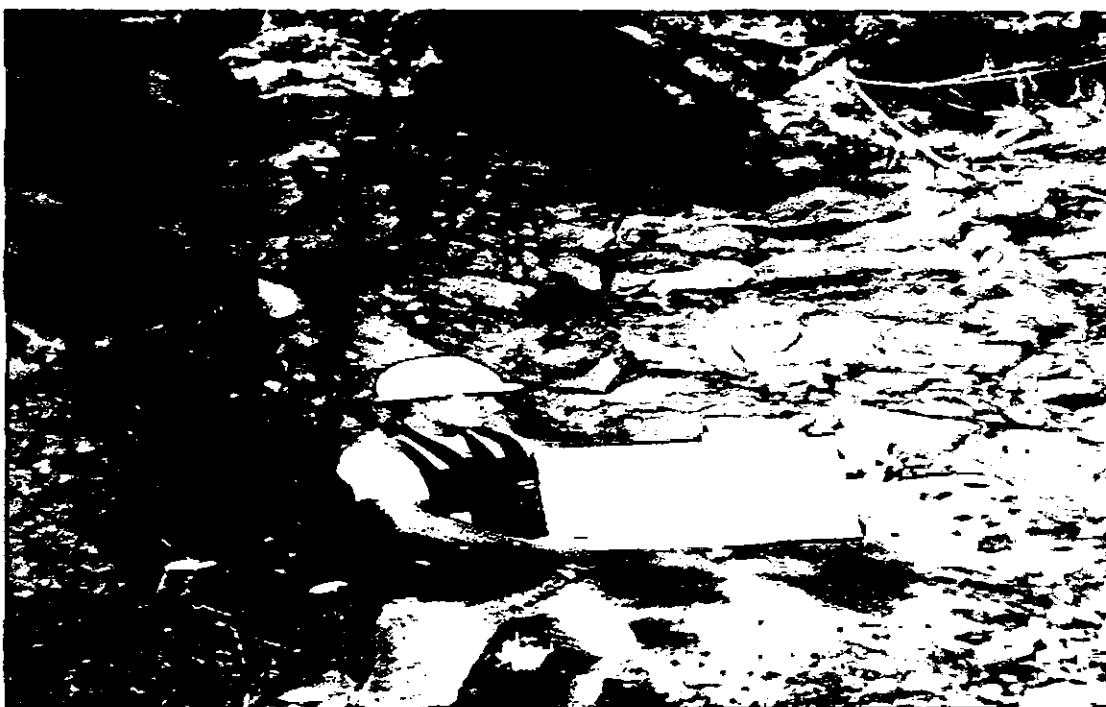


Miraflores

**"EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN LAS COMUNIDADES DE
LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO Y RIO TAMBO
DE LA PROVINCIA DE SATIPO; REGIÓN JUNIN"**

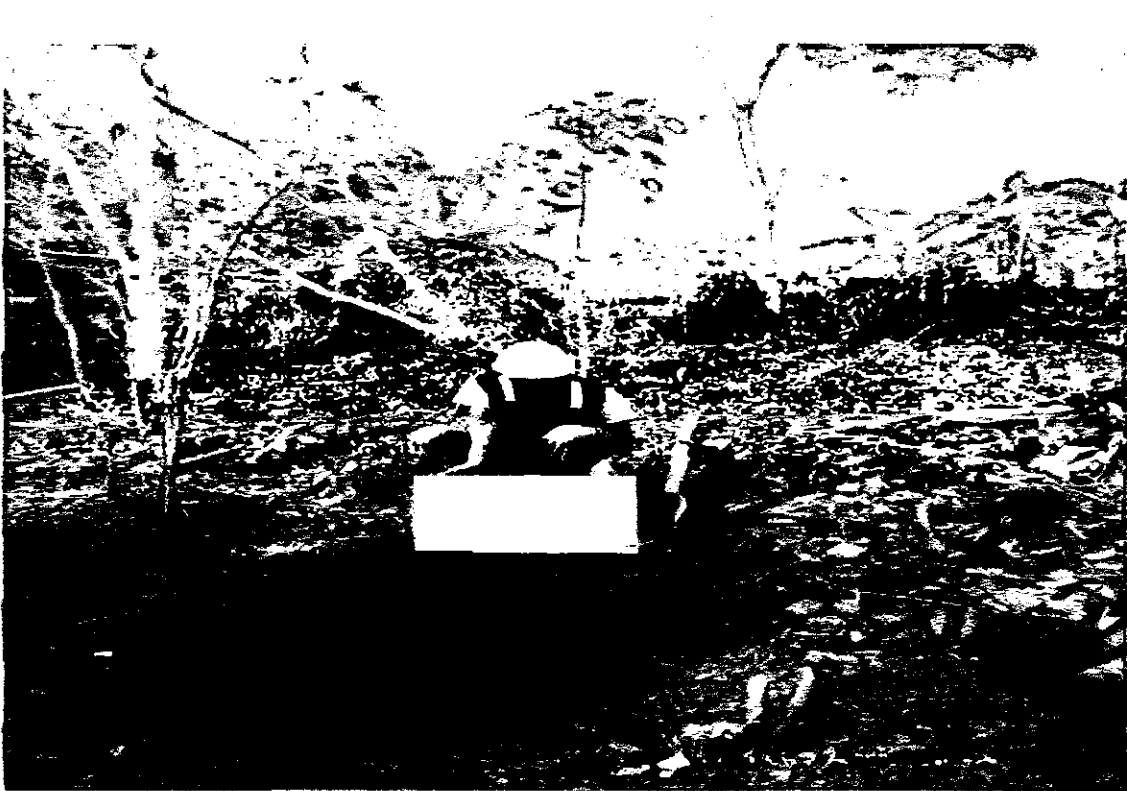


Pampa Michi



Canaan

**“EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN LAS COMUNIDADES DE
LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO Y RIO TAMBO
DE LA PROVINCIA DE SATIPO; REGIÓN JUNIN”**



Nueva Estrella



Villa Jesús

**“EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN LAS COMUNIDADES DE
LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO Y RIO TAMBO
DE LA PROVINCIA DE SATIPO; REGIÓN JUNIN”**

2. GEOLOGÍA:



Llanura Fluvial



Valles Estrechos

**“EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN LAS COMUNIDADES DE
LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO Y RIO TAMBO
DE LA PROVINCIA DE SATIPO; REGIÓN JUNIN”**



Colinas Amazónicas

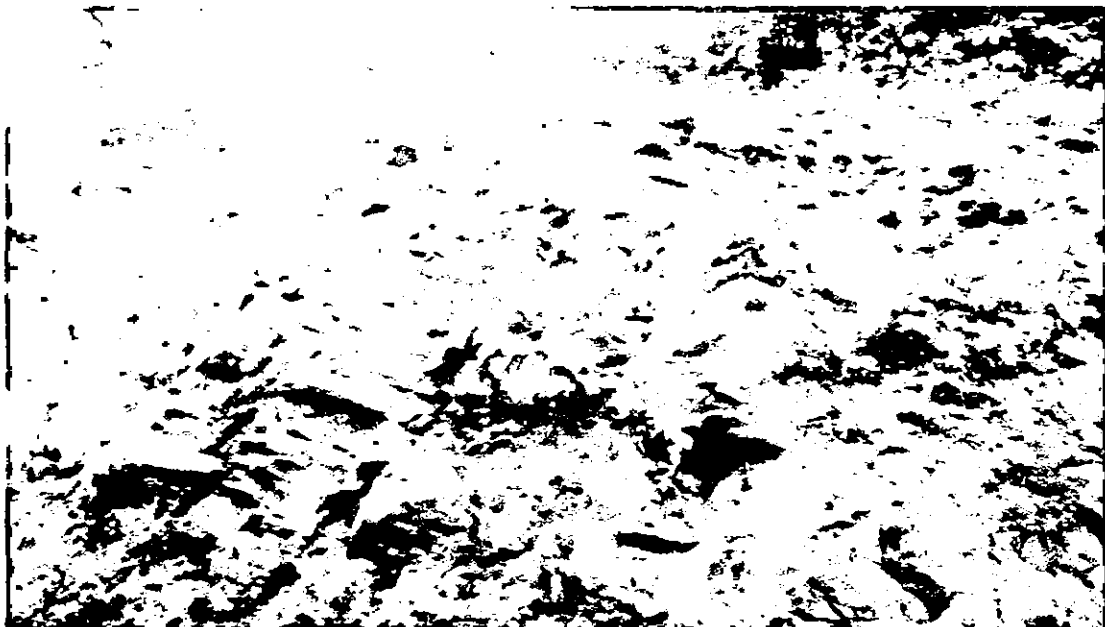


Grupo Ambo

**“EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN LAS COMUNIDADES DE
LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO Y RIO TAMBO
DE LA PROVINCIA DE SATIPO; REGIÓN JUNIN”**



Grupo Cabanillas

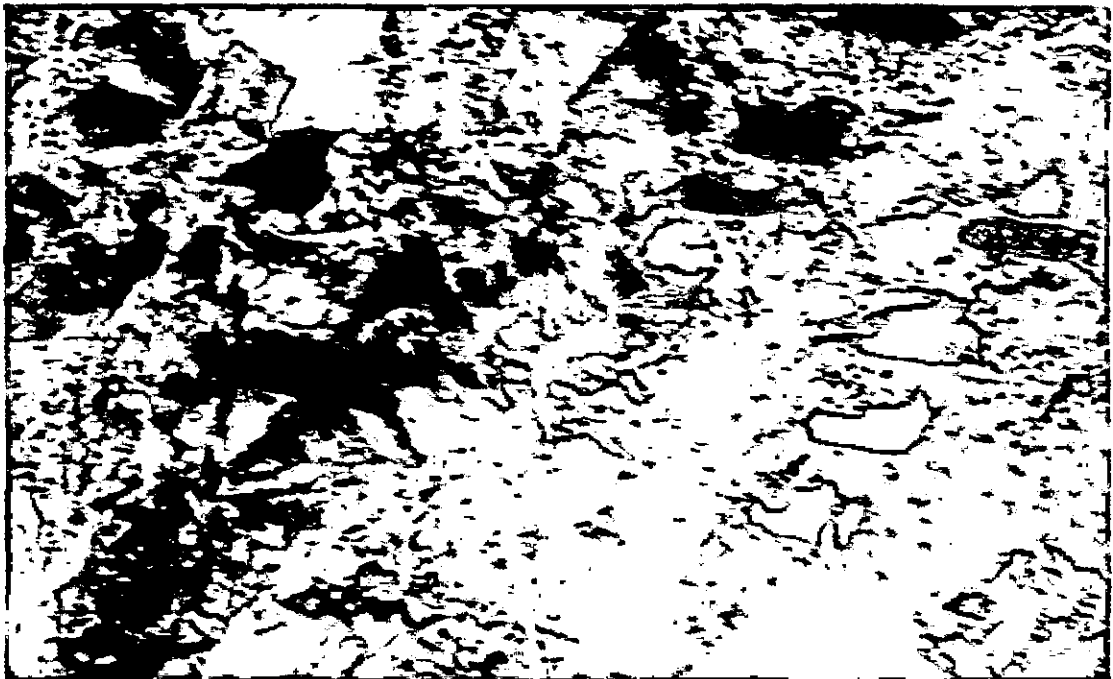


Grupo Chonta

**“EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN LAS COMUNIDADES DE
LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO Y RIO TAMBO
DE LA PROVINCIA DE SATIPO; REGIÓN JUNÍN”**



Formación Ipururo

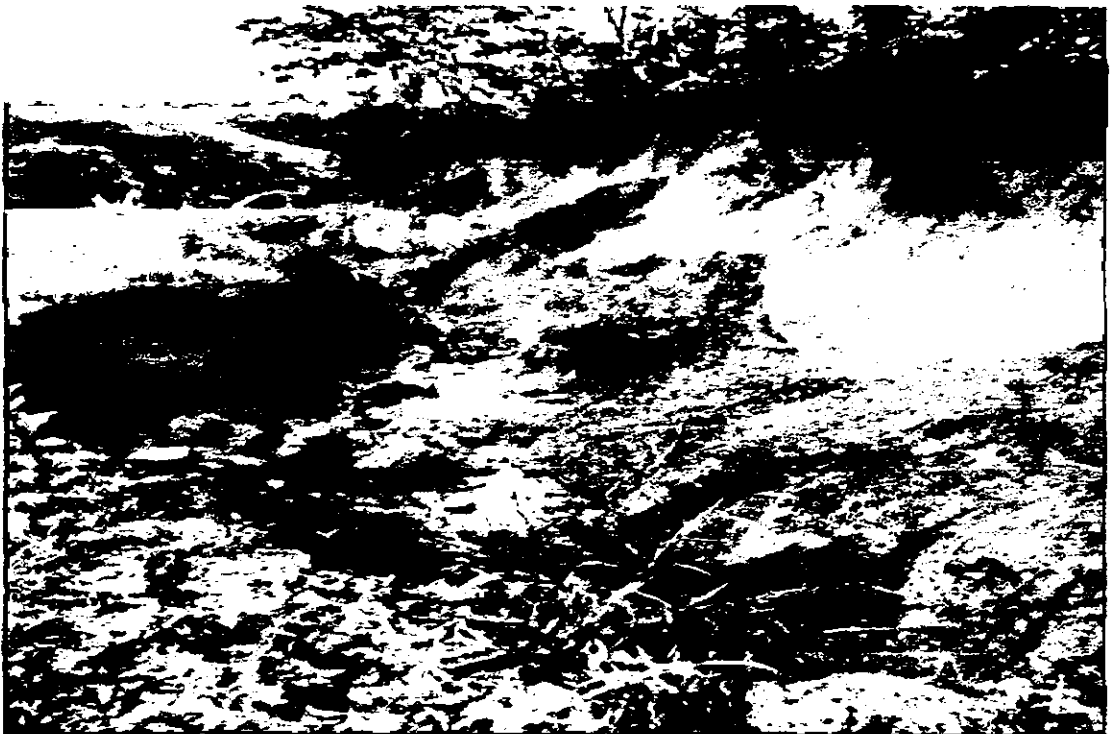


Plutones Graníticos

**“EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN LAS COMUNIDADES DE
LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO Y RIO TAMBO
DE LA PROVINCIA DE SATIPO; REGIÓN JUNÍN”**

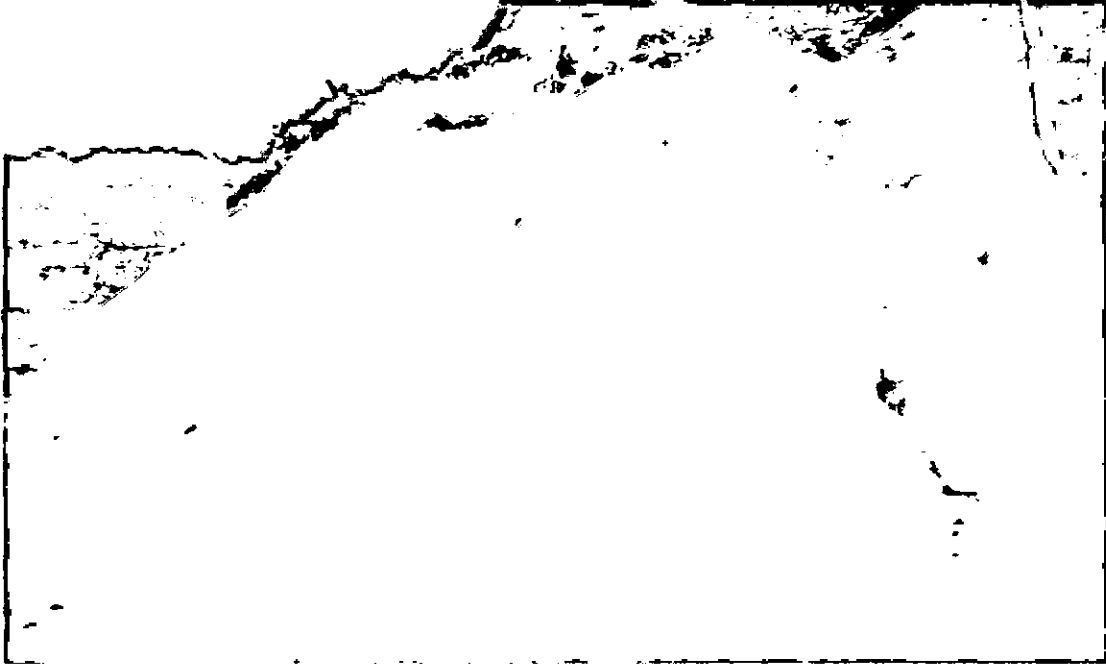


Flujos De Erosión Hídrica

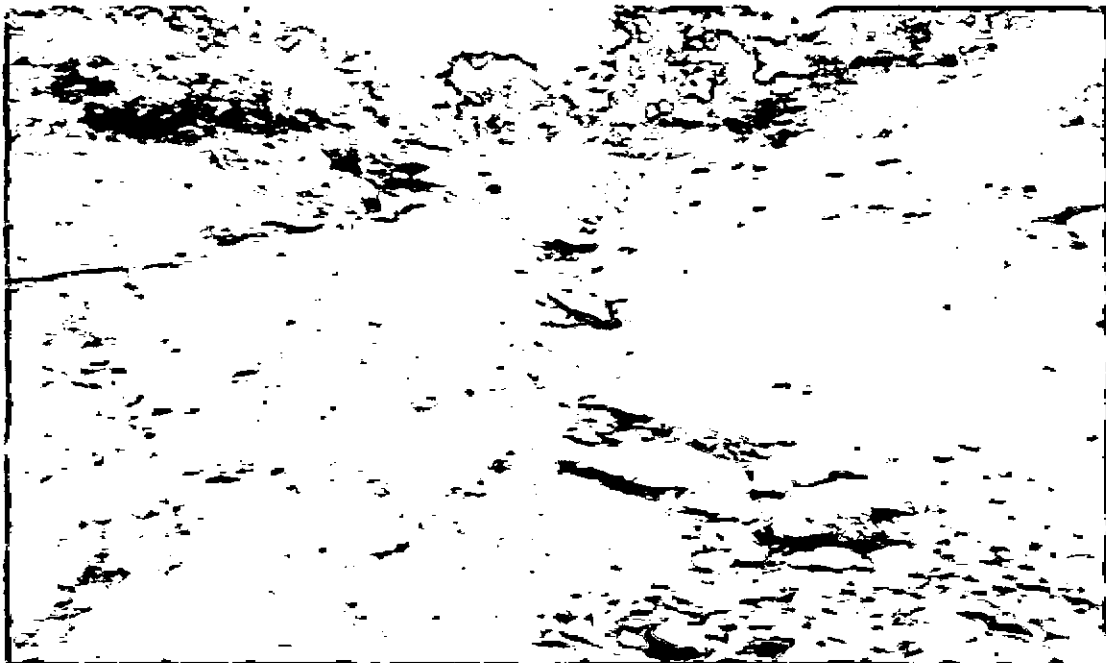


Flujos De Erosión Hídrica

**“EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN LAS COMUNIDADES DE
LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO Y RIO TAMBO
DE LA PROVINCIA DE SATIPO; REGIÓN JUNIN”**



Grietas De Deslizamiento

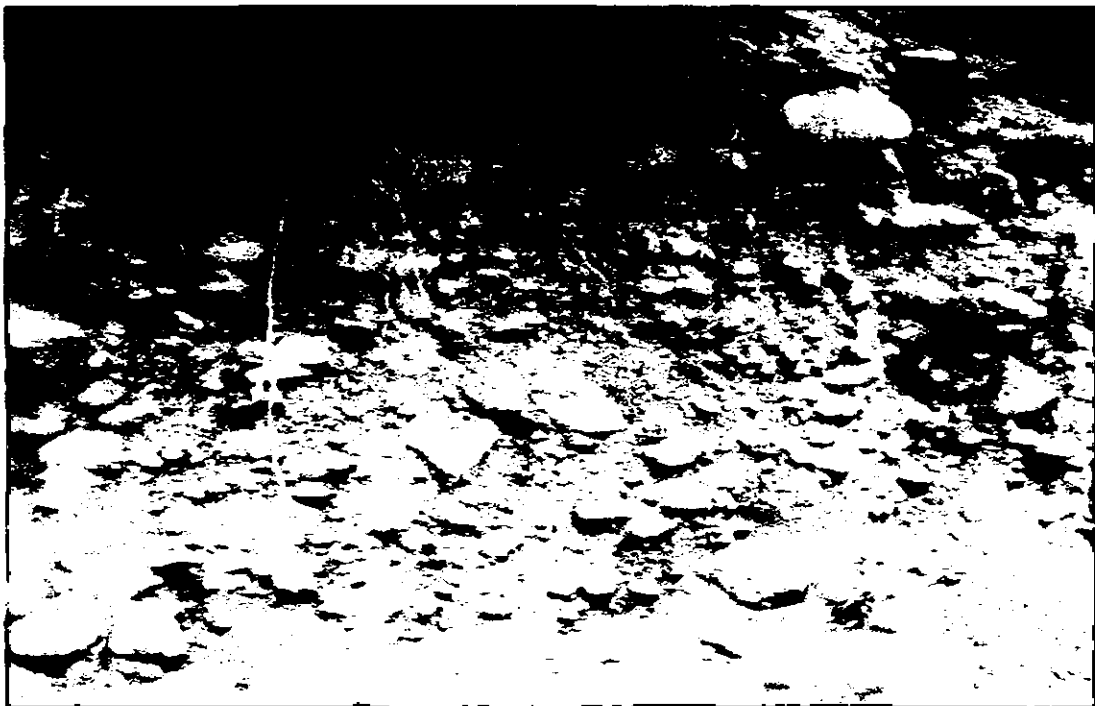


Derrumbes

**“EVALUACIÓN GEOLÓGICA Y GEOTÉCNICA EN LAS COMUNIDADES DE
LLAYLA, MAZAMARI, PAMPA HERMOSA, PANGOA, RIO NEGRO Y RIO TAMBO
DE LA PROVINCIA DE SATIPO; REGIÓN JUNÍN”**



Deslizamiento De Tierra Por Inestabilidad De Talud De Corte



Materiales Aluviales

PLANOS